

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-185503

(43)Date of publication of application : 16.07.1996

(51)Int.Cl.

G06T 1/00

B60K 28/06

G08B 21/00

(21)Application number : 06-325400 (71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

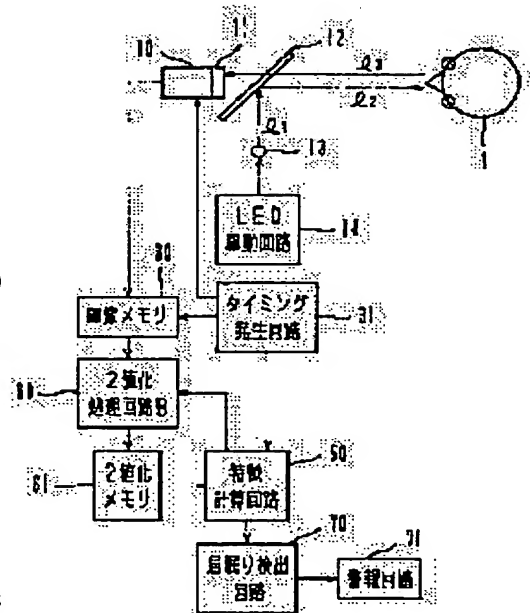
(22)Date of filing : 27.12.1994 (72)Inventor : SHITAYA MITSUO
NISHIDA MINORU
SEKI MAKITO
SATAKE TOSHIHIDE
OKAWA FUTOSHI

(54) IMAGE PROCESSOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an image processor for extracting feature points on the face even when spectacles or metallic accessories are worn.

CONSTITUTION: This image processor is composed of an infrared LED 13 for illuminating a detecting object person 1, CCD camera 10 for inputting the image of the face of the detecting object person 1, image memory 30 for storing the photographed image of the detecting object person, binarizing processing circuit B60 for binarizing the photographed image corresponding to a first threshold value for extracting reflected images from the eyeballs of the detecting object person and a second threshold value for extracting reflected images from wearing objects worn by the detecting object person 1, and feature calculating circuit 50 for discriminating the reflected images from the eyeballs corresponding to the binarized image and extracting them as the feature points on the face.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-185503

(43) 公開日 平成8年(1996)7月16日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 1/00				
B 6 0 K 28/06	A			
G 0 8 B 21/00	Q			
			G 0 6 F 15/ 62	3 8 0

審査請求 未請求 請求項の数29 OL (全 37 頁)

(21) 出願番号 特願平6-325400

(22) 出願日 平成6年(1994)12月27日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 下谷 光生

尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三菱電機
株式会社産業システム研究所内

(72) 発明者 西田 稔

尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三菱電機
株式会社産業システム研究所内

(72) 発明者 関 真規人

尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三菱電機
株式会社産業システム研究所内

(74) 代理人 弁理士 高田 守 (外4名)

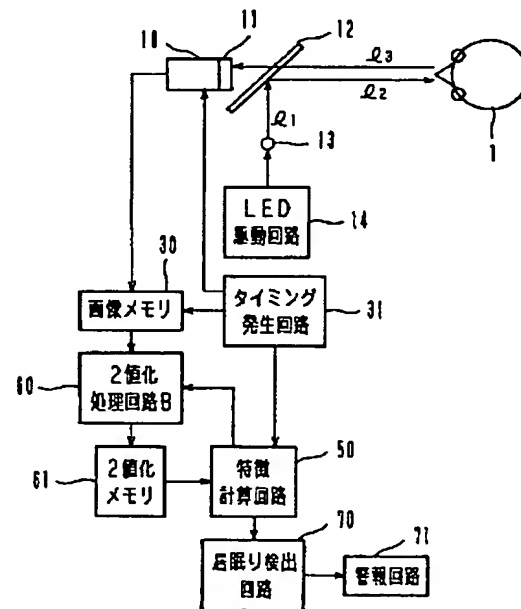
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置

(57) 【要約】

【目的】 眼鏡を装着した場合や、金属性のアクセサリを身につけた場合でも、顔面上の特徴点を抽出できる装置を得る。

【構成】 検出対象者1を照明する赤外線LED13、検出対象者1の顔面の像を入力するCCDカメラ10、検出対象者の撮影画像を格納する画像メモリ30、撮影画像を、検出対象者1の眼球からの反射像を抽出するための第1の閾値と、検出対象者1が装着する装着物からの反射像を抽出するための第2の閾値により、2値化処理する2値化処理回路B60、及び2値化処理画像より眼球からの反射像を判別し、顔面上の特徴点として抽出する特徴計算回路50で画像処理装置を構成する。



1 : 検出対象者
10 : CCDカメラ
13 : 赤外線LED

【特許請求の範囲】

【請求項1】 検出対象者の顔面を含む所定の領域の像を入力する光入力手段、上記検出対象者の顔面を含む所定領域を照明する照明手段、及び上記光入力手段から出力される上記検出対象者の撮影画像から顔面上の特徴点を抽出する特徴点抽出手段を備えるものにおいて、上記特徴点抽出手段は、上記検出対象者の眼球からの反射像を抽出するための第1の閾値と、上記検出対象者が装着する装着物からの反射像を抽出するための第2の閾値とを有し、上記撮影画像をもとに第1の閾値と第2の閾値により処理した2値化処理画像の形より、眼球からの反射像を判別し、顔面上の特徴点として抽出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 検出対象者の顔面を含む所定の領域の像を入力する光入力手段、上記検出対象者の顔面を含む所定領域を照明する照明手段、及び上記光入力手段から出力される上記検出対象者の撮影画像から顔面上の特徴点を抽出する特徴点抽出手段を備えるものにおいて、上記特徴点抽出手段は、上記検出対象者の眼球からの反射像を抽出するための第1の閾値と、上記検出対象者が装着する装着物からの反射像を抽出するための第2の閾値とを有し、上記撮影画像をもとに第1の閾値と第2の閾値により処理した2値化処理画像を縮退して、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項3】 検出対象者の顔面を含む所定の領域の像を入力する光入力手段、上記検出対象者の顔面を含む所定領域を照明する照明手段、及び上記光入力手段から出力される上記検出対象者の撮影画像から顔面上の特徴点を抽出する特徴点抽出手段を備えるものにおいて、上記特徴点抽出手段は、上記検出対象者の眼球からの反射像を抽出するための第1の閾値と、上記検出対象者が装着する装着物からの反射像を抽出するための第2の閾値とを有し、上記撮影画像をもとに第1の閾値により処理した第1の2値化処理画像と、上記撮影画像をもとに第2の閾値により処理した第2の2値化処理画像とを用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項4】 検出対象者の顔面を含む所定の領域の像を入力する光入力手段、上記検出対象者の顔面を含む所定領域を照明する照明手段、及び上記光入力手段から出力される上記検出対象者の撮影画像から顔面上の特徴点を抽出する特徴点抽出手段を備えるものにおいて、照明光の有無を制御する照明光制御手段、照明光が有りの検出対象者の画像を出力する明撮影画像出力手段、照明光が無しの検出対象者の画像を出力する暗撮影画像出力手段、及び明撮影画像と暗撮影画像の差分画像を出力する差分画像出力手段を備え、上記特徴点抽出手段は、上記検出対象者の眼球からの反射像を抽出するための第1の閾値と、上記検出対象者が装着する装着物からの反射像

を抽出するための第2の閾値とを有し、上記差分画像を第1の閾値、または第1の閾値と第2の閾値により処理した2値化処理画像を用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項5】 特徴点抽出手段は、差分画像を第1の閾値により処理した第1の2値化処理画像と、明撮影画像を第2の閾値により処理した第2の2値化処理画像とを用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出することを特徴とする請求項4記載の画像処理装置。

【請求項6】 検出対象者の顔面を含む所定の領域の像を入力する光入力手段、上記検出対象者の顔面を含む所定領域を照明する照明手段、及び上記光入力手段から出力される上記検出対象者の撮影画像から顔面上の特徴点を抽出する特徴点抽出手段を備えるものにおいて、照明光の強弱または上記光入力手段の入力ゲインを制御する照明光制御手段、照明光が強または入力ゲインが大きい検出対象者の画像を出力する明撮影画像出力手段、照明光が弱または入力ゲインが小さい検出対象者の画像を出力する暗撮影画像出力手段、明撮影画像と暗撮影画像の差分画像を出力する差分画像出力手段を備え、上記特徴点抽出手段は、上記検出対象者の眼球からの反射像を抽出するための第1の閾値と、上記検出対象者が装着する装着物からの反射像を抽出するための第2の閾値とを有し、上記差分画像を第1の閾値、または第1の閾値と第2の閾値により処理した2値化処理画像を用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項7】 特徴点抽出手段は、 i 番目に撮影した暗撮影画像と、 $i-1$ 番目に撮影した明撮影画像と、 $i-2$ 番目に撮影した暗撮影画像とを用いて、上記 $i-1$ 番目に撮影した明撮影画像から上記 i 番目に撮影した暗撮影画像を差分処理して得られた第1の差分画像と、上記 $i-1$ 番目に撮影した明撮影画像から上記 $i-2$ 番目に撮影した暗撮影画像を差分処理して得られた第2の差分画像とを求め、第1の差分画像及び第2の差分画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出することを特徴とする請求項6記載の画像処理装置。

【請求項8】 特徴点抽出手段は、 i 番目に撮影した暗撮影画像と、 $i-1$ 番目に撮影した明撮影画像と、 $i-2$ 番目に撮影した暗撮影画像とを用いて、上記 $i-1$ 番目に撮影した明撮影画像から、上記 i 番目に撮影した暗撮影画像と、上記 $i-2$ 番目に撮影した暗撮影画像とを差分処理して得られた差分画像を求め、上記差分画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出することを特徴とする請求項6記載の画像処理装置。

【請求項9】 検出対象者の顔面を含む所定の領域の像を入力する光入力手段、上記検出対象者の顔面を含む所定領域を上記光入力手段と同軸で照明する同軸照明手段、上記検出対象者の顔面を含む所定領域を上記光入力

手段と非同軸で照明する非同軸照明手段、及び上記光入力手段から出力される上記検出対象者の撮影画像から顔面上の特徴点を抽出する特徴点抽出手段を備えるものにおいて、上記同軸照明手段と上記非同軸照明手段の発光の有無を制御する照明光制御手段、同軸照明光による検出対象者の画像を出力する同軸画像出力手段、非同軸照明光による検出対象者の画像を出力する非同軸画像出力手段、同軸画像と非同軸画像の差分画像を出力する差分画像出力手段を備え、上記特徴点抽出手段は、上記検出対象者の眼球からの反射像を抽出するための第1の閾値と、上記検出対象者が装着する装着物からの反射像を抽出するための第2の閾値とを有し、上記差分画像を、第1の閾値、または第1の閾値と第2の閾値により処理した2値化処理画像を用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項10】 特徴点抽出手段は、i番目に撮影した非同軸画像と、i-1番目に撮影した同軸画像と、i-2番目に撮影した非同軸画像とを用いて、上記i-1番目に撮影した同軸画像から上記i番目に撮影した非同軸画像を差分処理して得られた第1の差分画像と、上記i-1番目に撮影した同軸画像から上記i-2番目に撮影した非同軸画像を差分処理して得られた第2の差分画像とを求め、第1の差分画像及び第2の差分画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出することを特徴とする請求項9記載の画像処理装置。

【請求項11】 特徴点抽出手段は、i番目に撮影した非同軸画像と、i-1番目に撮影した同軸画像と、i-2番目に撮影した非同軸画像とを用いて、上記i-1番目に撮影した同軸画像から、上記i番目に撮影した非同軸画像と上記i-2番目に撮影した非同軸画像とを差分処理して得られた差分画像を求め、上記差分画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出することを特徴とする請求項9記載の画像処理装置。

【請求項12】 特徴点抽出手段は、差分画像を第1の閾値により処理した第1の2値化処理画像と、暗撮影画像または非同軸画像を第2の閾値により処理した第2の2値化処理画像とを用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出することを特徴とする請求項6または9記載の画像処理装置。

【請求項13】 特徴点抽出手段は、第1の差分画像を第1の閾値により処理した第1の差分処理画像と、第2の差分画像を第1の閾値により処理した第2の差分処理画像とを用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出することを特徴とする請求項7または10記載の画像処理装置。

【請求項14】 検出対象者の顔面を含む所定の領域の像を入力する光入力手段、上記検出対象者の顔面を含む所定領域を照明する照明手段、及び上記光入力手段から出力される上記検出対象者の撮影画像から顔面上の特徴

点を抽出する特徴点抽出手段を備えるものにおいて、照明光の強弱または上記光入力手段の入力ゲインを制御する照明光制御手段、照明光が強または入力ゲインが大きい検出対象者の画像を出力する明撮影画像出力手段、照明光が弱または入力ゲインが小さい検出対象者の画像を出力する暗撮影画像出力手段を備え、上記特徴点抽出手段は、上記検出対象者の眼球からの反射像を抽出するための第1の閾値と、上記検出対象者が装着する装着物からの反射像を抽出するための第2の閾値とを有し、明撮影画像を第1の閾値により処理した第1の2値化処理画像と、暗撮影画像を第2の閾値により処理した第2の2値化処理画像とを用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項15】 特徴点抽出手段は、i番目に撮影した暗撮影画像の2値化処理画像と、i-1番目に撮影した明撮影画像の2値化処理画像と、i-2番目に撮影した暗撮影画像の2値化処理画像とを用いて、上記i-1番目に撮影した明撮影画像の2値化処理画像を上記i番目に撮影した暗撮影画像の2値化処理画像でマスク処理して得られた第1のマスク画像と、上記i-1番目に撮影した明撮影画像の2値化処理画像を上記i-2番目に撮影した暗撮影画像の2値化処理画像でマスク処理して得られた第2のマスク画像とを求め、第1のマスク画像及び第2のマスク画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出することを特徴とする請求項14記載の画像処理装置。

【請求項16】 特徴点抽出手段は、i番目に撮影した暗撮影画像の2値化処理画像と、i-1番目に撮影した明撮影画像の2値化処理画像と、i-2番目に撮影した暗撮影画像の2値化処理画像とを用いて、上記i-1番目に撮影した明撮影画像の2値化処理画像を、上記i番目に撮影した暗撮影画像の2値化処理画像と、上記i-2番目に撮影した暗撮影画像の2値化処理画像とで、マスク処理して得られたマスク画像を求め、上記マスク画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出することを特徴とする請求項14記載の画像処理装置。

【請求項17】 検出対象者の顔面を含む所定の領域の像を入力する光入力手段、上記検出対象者の顔面を含む所定領域を上記光入力手段と同軸で照明する同軸照明手段、上記検出対象者の顔面を含む所定領域を上記光入力手段と非同軸で照明する非同軸照明手段、及び上記光入力手段から出力される上記検出対象者の撮影画像から顔面上の特徴点を抽出する特徴点抽出手段を備えるものにおいて、上記同軸照明手段と上記非同軸照明手段の発光の有無を制御する照明光制御手段、同軸照明光による検出対象者の画像を出力する同軸画像出力手段、非同軸照明光による検出対象者の画像を出力する非同軸画像出力手段を備え、上記特徴点抽出手段は、上記検出対象者の眼球からの反射像を抽出するための第1の閾値と、上記

検出対象者が装着する装着物からの反射像を抽出するための第2の閾値とを有し、同軸画像を第1の閾値により処理した第1の2値化処理画像と、非同軸画像を第2の閾値により処理した第2の2値化処理画像とを用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項18】 特徴点抽出手段は、i番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像と、i-1番目に撮影した同軸画像の2値化処理画像と、i-2番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像とを用いて、上記i-1番目に撮影した同軸画像の2値化処理画像を上記i番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像でマスク処理して得られた第1のマスク画像と、上記i-1番目に撮影した同軸画像の2値化処理画像を上記i-2番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像でマスク処理して得られた第2のマスク画像とを求め、第1のマスク画像及び第2のマスク画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出することを特徴とする請求項17記載の画像処理装置。

【請求項19】 特徴点抽出手段は、i番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像と、i-1番目に撮影した同軸画像の2値化処理画像と、i-2番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像とを用いて、上記i-1番目に撮影した同軸画像の2値化処理画像を、上記i番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像と上記i-2番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像でマスク処理して得られたマスク画像を求め、上記マスク画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出することを特徴とする請求項17記載の画像処理装置。

【請求項20】 特徴点抽出手段は、第2の2値化処理画像で第1の2値化処理画像をマスク処理することによって第3の2値化処理画像を得、第3の2値化処理画像をもとに顔面上の特徴点を抽出することを特徴とする請求項3、5、12ないし14、17のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項21】 特徴点抽出手段は、差分処理される画像またはマスク処理される画像を縮退処理することを特徴とする請求項4ないし11、15、16、18ないし20のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項22】 特徴点抽出手段は、差分処理する画像またはマスク処理する画像を拡大処理することを特徴とする請求項4ないし11、15、16、18ないし20のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項23】 特徴点抽出手段は、同軸照明と非同軸照明の位置関係に対応して拡大または縮退処理に方向性を持たせることを特徴とする請求項21または22に記載の画像処理装置。

【請求項24】 照明手段は検出対象者の顔面を含む所定領域を光入力手段とほぼ同軸で照明するように配置されたことを特徴とする請求項1ないし6、14のいずれ

かに記載の画像処理装置。

【請求項25】 検出対象者の装着物の有無を判定する装着物判定手段を有し、特徴点抽出手段は、上記装着物判定手段の判定結果により、装着用の画像処理と非装着用の画像処理とを切り換える、または各画像処理による処理結果を選択することを特徴とする請求項1ないし24のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項26】 装着物判定手段は照明光による反射像の数または最大輝度により装着物の有無を検出することを特徴とする請求項25記載の画像処理装置。

【請求項27】 特徴点抽出手段は、装着物の有無によって撮影方法を変化させることを特徴とする請求項25または26に記載の画像処理装置。

【請求項28】 特徴点抽出手段は、装着物の装着用の画像処理と非装着用の画像処理とを有し、画像処理結果によってどちらか一方の画像処理結果を選択することを特徴とする請求項1ないし24のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項29】 特徴点抽出手段は、撮影画像、検出対象者近傍の照度、または2値化処理画像をもとに、第1の閾値と第2の閾値を決定することを特徴とする請求項1ないし28のいずれかに記載の画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、人物の顔面上の特徴を抽出するための画像処理装置、特に照明を検出対象者に照射して眼球からの反射像を顔面上の特徴点とし、人物の状態を検出する画像処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図56は、例えば特開昭60-158303号公報に示された従来の運転者撮影装置を用いた目の位置検出装置の構成図である。図において、1は運転者、10a、10bはCCDカメラ、13は赤外線LED、14は赤外線LED13に電流を供給するLED駆動回路、100は運転者挙動検出回路である。

【0003】 次に動作について説明する。赤外線LED13は運転席の運転者1を照射する。運転者1の映像は運転者1の顔面を含む所定の領域を撮影できる位置に設置されたCCDカメラ10a、10bに入力される。入力された画像は運転者挙動検出回路100に入力され、目の位置や顔の向きなどがエッジ検出やパターン認識等の画像処理により抽出されていた。

【0004】 一方、論文「瞳孔の抽出処理と頭部の動きを許容する視線検出装置の試作」(電子情報通信学会論文誌D-I I Vol. J76-D-II No.3)で示されるように、同軸落射装置で顔面を照射すると、網膜反射像が顕著に撮影でき、例えば2値化処理のような非常に簡単な画像処理で目の位置を検出できる(同軸落射照明とは、カメラの光軸と照明光の照射方向とが同一になる構造にした照明のことである)。図57はこの装置を用いて

居眠り検出装置を構成したものであり、特願平5-282502号明細書に記載されたものである。図において、1は検出対象者、10は検出対象者1の顔面を含む所定の領域を撮影できる位置に設置されたCCDカメラ、11は可視光成分をカットする可視光カットフィルタ、12はCCDカメラに対して45度の角度で設置したハーフミラー、13は発光波長860nm、指向角度 ± 20 度で発光し、ハーフミラー12に光を反射して検出対象者1を照明する赤外線LED、14は赤外線LEDを駆動するLED駆動回路、30はCCDカメラから出力される画像信号を一時記憶する画像メモリ、31はCCDカメラ10や画像メモリ30などにタイミング信号を与えるタイミング発生回路、40は画像メモリ30の内容を予め定められた閾値 th_1 に従って2値化処理を行う2値化処理回路A、41は2値化処理した内容を記憶する2値化メモリ、50は2値化メモリ41の内容から顔面上の特徴を抽出する特徴計算回路、70は特徴計算回路50の出力から覚醒度を判断する居眠り検出回路、71は警報を出力する警報回路である。

【0005】次に動作について説明する。図57において、光路11で照射される赤外線LED13の照明光は、ハーフミラー12で半分の光を反射し、光路12で検出対象者1の顔面を照射する。検出対象者1の画像は光路13でハーフミラー12を通り、半分の光がCCDカメラ10に到達し、CCDカメラ10は検出対象者1の画像を取り込む。この時、光路12と13の光軸は検出対象者からみて、同軸になっている(同軸落射照明)。この時検出対象者の撮影画像は図58のようになる。図58において、3は鼻孔、4は虹彩、5は強膜、6は瞳孔、7は顔表面である。上記のような構成の同軸落射照明により、瞳孔6は網膜で反射された光により、あたかも瞳孔が光っているように観察され、顔の表面や他の特徴点に比べて、著しく輝度が高く映る。これは網膜が入射光と同一方向に反射光を返す性質を持つからである。図58には、撮影画像のA-A線での輝度分布も併せて示す。図58下部に示された輝度分布においては、瞳孔の位置は明らかに輝度が他の部分と異なり輝度が高いことがわかる。CCDカメラ10が取り込んだ顔画像は、画像メモリ30に一旦入力される。

【0006】図59に本装置による居眠り検出の処理フローを示す。2値化処理回路A40はST10で顔画像を入力し、ST11において瞳孔のみを抽出するため、適当な輝度しきい値 th_1 で2値化処理を行う。得られた2値化画像は、図60に示すようになる。この2値化画像は瞳孔のみが白領域として2つの円となり、他の部分は黒領域となるので、ST12で白色領域の画素数を数えるだけで、瞳孔の見かけ上の大きさが計算できる。ST13では白色領域の画素数が、予め定められた個数以上の時は開眼、未満のときは閉眼と判断する。この開眼閉眼情報は、居眠り検出回路70に入力され、居眠り

検出回路70はST14で連続して3秒以上閉眼情報が入力されたかどうかを判断し、3秒以上閉眼状態であったならば、居眠り状態であると判断し、ST15で警報回路71に警報出力命令を出力する。閉眼状態が3秒未満の時はST10に処理は移る。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来の運転者撮影装置は以上のように構成されているので、検出対象者が裸眼であり、金属性のアクセサリを身につけていない場合は、網膜反射像を検出できたが、照明光により反射像を生じるもの、例えば、眼鏡やイヤリングなどを装着している場合、これらの反射像と網膜反射像との区別がつかないという問題があった。

【0008】図61に眼鏡による反射像の影響を説明する説明図を示す。図61は銀縁の眼鏡を装着した図であるが、照明光が眼鏡レンズで反射したレンズ反射像8、照明光が眼鏡枠で反射した眼鏡枠反射像9が観察される。これを従来装置の2値化処理回路Aで2値化処理すると、図62のように5つの白画素領域ができ、例えば眼を閉じた場合でもレンズ反射像8や眼鏡枠反射像9が白画素として残り、閉眼が検出できない。このように上述の従来装置では、眼鏡を装着した場合や、金属性のアクセサリを身につけた場合、顔面上の特徴点を抽出できなくなるという問題点があった。

【0009】本発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、眼鏡を装着した場合や、金属性のアクセサリを身につけた場合でも、顔面上の特徴点を抽出できる装置を得ることを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係る画像処理装置は、検出対象者の眼球からの反射像を抽出するための第1の閾値と、上記検出対象者が装着する装着物からの反射像を抽出するための第2の閾値とを有し、撮影画像をもとに第1の閾値と第2の閾値により処理した2値化処理画像の形より、眼球からの反射像を判別し、顔面上の特徴点として抽出するものである。

【0011】また、請求項2に係る画像処理装置は、検出対象者の眼球からの反射像を抽出するための第1の閾値と、検出対象者が装着する装着物からの反射像を抽出するための第2の閾値とを有し、撮影画像をもとに第1の閾値と第2の閾値により処理した2値化処理画像を縮退して、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するものである。

【0012】また、請求項3に係る画像処理装置は、検出対象者の眼球からの反射像を抽出するための第1の閾値と、検出対象者が装着した装着物からの反射像を抽出するための第2の閾値とを有し、撮影画像をもとに第1の閾値により処理した第1の2値化処理画像と、上記撮影画像をもとに第2の閾値により処理した第2の2値化処理画像とを用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴

点として抽出するものである。

【0013】また、請求項4に係る画像処理装置は、照明光の有無を制御する照明光制御手段、照明光が有りの検出対象者の画像を出力する明撮影画像出力手段、照明光が無しの検出対象者の画像を出力する暗撮影画像出力手段、及び明撮影画像と暗撮影画像の差分画像を出力する差分画像出力手段を備え、特徴点抽出手段は、検出対象者の眼球からの反射像を抽出するための第1の閾値と、検出対象者が装着する装着物からの反射像を抽出するための第2の閾値とを有し、上記差分画像を第1の閾値、または第1の閾値と第2の閾値により処理した2値化処理画像を用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するものである。

【0014】また、請求項5に係る画像処理装置は、差分画像を第1の閾値により処理した第1の2値化処理画像と、明撮影画像を第2の閾値により処理した第2の2値化処理画像とを用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するものである。

【0015】また、請求項6に係る画像処理装置は、照明光の強弱または光入力手段の入力ゲインを制御する照明光制御手段、照明光が強または入力ゲインが大きい検出対象者の画像を出力する明撮影画像出力手段、照明光が弱または入力ゲインが小さい検出対象者の画像を出力する暗撮影画像出力手段、明撮影画像と暗撮影画像の差分画像を出力する差分画像出力手段を備え、特徴点抽出手段は、検出対象者の眼球からの反射像を抽出するための第1の閾値と、検出対象者が装着する装着物からの反射像を抽出するための第2の閾値とを有し、上記差分画像を第1の閾値、または第1の閾値と第2の閾値により処理した2値化処理画像を用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するものである。

【0016】また、請求項7に係る画像処理装置においては、特徴点抽出手段は、i番目に撮影した暗撮影画像と、i-1番目に撮影した明撮影画像と、i-2番目に撮影した暗撮影画像とを用いて、上記i-1番目に撮影した明撮影画像から上記i番目に撮影した暗撮影画像を差分処理して得られた第1の差分画像と、上記i-1番目に撮影した明撮影画像から上記i-2番目に撮影した暗撮影画像を差分処理して得られた第2の差分画像とを求め、第1の差分画像及び第2の差分画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するものである。

【0017】また、請求項8に係る画像処理装置においては、特徴点抽出手段は、i番目に撮影した暗撮影画像と、i-1番目に撮影した明撮影画像と、i-2番目に撮影した暗撮影画像とを用いて、上記i-1番目に撮影した明撮影画像から、上記i番目に撮影した暗撮影画像と、上記i-2番目に撮影した暗撮影画像とを差分処理して得られた差分画像を求め、上記差分画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するもので

ある。

【0018】また、請求項9に係る画像処理装置は、検出対象者の顔面を含む所定領域を光入力手段と同軸で照明する同軸照明手段、検出対象者の顔面を含む所定領域を上記光入力手段と非同軸で照明する非同軸照明手段、同軸照明手段と非同軸照明手段の発光の有無を制御する照明光制御手段、同軸照明光による検出対象者の画像を出力する同軸画像出力手段、非同軸照明光による検出対象者の画像を出力する非同軸画像出力手段、同軸画像と非同軸画像の差分画像を出力する差分画像出力手段を備え、特徴点抽出手段は、検出対象者の眼球からの反射像を抽出するための第1の閾値と、検出対象者が装着する装着物からの反射像を抽出するための第2の閾値とを有し、上記差分画像を、第1の閾値、または第1の閾値と第2の閾値により処理した2値化処理画像を用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するものである。

【0019】また、請求項10に係る画像処理装置においては、特徴点抽出手段は、i番目に撮影した非同軸画像と、i-1番目に撮影した同軸画像と、i-2番目に撮影した非同軸画像とを用いて、上記i-1番目に撮影した同軸画像から上記i番目に撮影した非同軸画像を差分処理して得られた第1の差分画像と、上記i-1番目に撮影した同軸画像から上記i-2番目に撮影した非同軸画像を差分処理して得られた第2の差分画像とを求め、第1の差分画像及び第2の差分画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するものである。

【0020】また、請求項11に係る画像処理装置においては、特徴点抽出手段は、i番目に撮影した非同軸画像と、i-1番目に撮影した同軸画像と、i-2番目に撮影した非同軸画像とを用いて、上記i-1番目に撮影した同軸画像から、上記i番目に撮影した非同軸画像と上記i-2番目に撮影した非同軸画像とを差分処理して得られた差分画像を求め、上記差分画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するものである。

【0021】また、請求項12に係る画像処理装置においては、特徴点抽出手段は、上記差分画像を第1の閾値により処理した第1の2値化処理画像と、暗撮影画像または非同軸画像を第2の閾値により処理した第2の2値化処理画像とを用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するものである。

【0022】また、請求項13に係る画像処理装置においては、特徴点抽出手段は、第1の差分画像を第1の閾値により処理した第1の差分処理画像と、第2の差分画像を第1の閾値により処理した第2の差分処理画像とを用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するものである。

【0023】また、請求項14に係る画像処理装置は、

照明光の強弱または光入力手段の入力ゲインを制御する照明光制御手段、照明光が強または入力ゲインが大の検出対象者の画像を出力する明撮影画像出力手段、照明光が弱または入力ゲインが小の検出対象者の画像を出力する暗撮影画像出力手段を備え、特徴点抽出手段は、検出対象者の眼球からの反射像を抽出するための第1の閾値と、検出対象者が装着する装着物からの反射像を抽出するための第2の閾値とを有し、明撮影画像を第1の閾値により処理した第1の2値化処理画像と、暗撮影画像を第2の閾値により処理した第2の2値化処理画像とを用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するものである。

【0024】また、請求項15に係る画像処理装置においては、特徴点抽出手段は、i番目に撮影した暗撮影画像の2値化処理画像と、i-1番目に撮影した明撮影画像の2値化処理画像と、i-2番目に撮影した暗撮影画像の2値化処理画像とを用いて、上記i-1番目に撮影した明撮影画像の2値化処理画像を上記i番目に撮影した暗撮影画像の2値化処理画像でマスク処理して得られた第1のマスク画像と、上記i-1番目に撮影した明撮影画像の2値化処理画像を上記i-2番目に撮影した暗撮影画像の2値化処理画像でマスク処理して得られた第2のマスク画像とを求め、第1のマスク画像及び第2のマスク画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するものである。

【0025】また、請求項16に係る画像処理装置においては、特徴点抽出手段は、i番目に撮影した暗撮影画像の2値化処理画像と、i-1番目に撮影した明撮影画像の2値化処理画像と、i-2番目に撮影した暗撮影画像の2値化処理画像とを用いて、上記i-1番目に撮影した明撮影画像の2値化処理画像を、上記i番目に撮影した暗撮影画像の2値化処理画像と、上記i-2番目に撮影した暗撮影画像の2値化処理画像とで、マスク処理して得られたマスク画像を求め、上記マスク画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するものである。

【0026】また、請求項17に係る画像処理装置は、検出対象者の顔面を含む所定領域を光入力手段と同軸で照明する同軸照明手段、検出対象者の顔面を含む所定領域を光入力手段と非同軸で照明する非同軸照明手段、同軸照明手段と非同軸照明手段の発光の有無を制御する照明光制御手段、同軸照明光による検出対象者の画像を出力する同軸画像出力手段、非同軸照明光による検出対象者の画像を出力する非同軸画像出力手段を備え、特徴点抽出手段は、検出対象者の眼球からの反射像を抽出するための第1の閾値と、検出対象者が装着する装着物からの反射像を抽出するための第2の閾値とを有し、同軸画像を第1の閾値により処理した第1の2値化処理画像と、非同軸画像を第2の閾値により処理した第2の2値化処理画像とを用いて、眼球からの反射像を顔面上の特

徴点として抽出するものである。

【0027】また、請求項18に係る画像処理装置においては、特徴点抽出手段は、i番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像と、i-1番目に撮影した同軸画像の2値化処理画像と、i-2番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像とを用いて、上記i-1番目に撮影した同軸画像の2値化処理画像を上記i番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像でマスク処理して得られた第1のマスク画像と、上記i-1番目に撮影した同軸画像の2値化処理画像を上記i-2番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像でマスク処理して得られた第2のマスク画像とを求め、第1のマスク画像及び第2のマスク画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するものである。

【0028】また、請求項19に係る画像処理装置においては、特徴点抽出手段は、i番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像と、i-1番目に撮影した同軸画像の2値化処理画像と、i-2番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像とを用いて、上記i-1番目に撮影した同軸画像の2値化処理画像を、上記i番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像と上記i-2番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像でマスク処理して得られたマスク画像を求め、上記マスク画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するものである。

【0029】また、請求項20に係る画像処理装置においては、特徴点抽出手段は、第2の2値化処理画像で第1の2値化処理画像をマスク処理することによって第3の2値化処理画像を得、第3の2値化処理画像をもとに顔面上の特徴点を抽出するものである。

【0030】また、請求項21に係る画像処理装置は、差分処理される画像またはマスク処理される画像を縮退処理するものである。

【0031】また、請求項22に係る画像処理装置は、差分処理する画像またはマスク処理する画像を拡大処理するものである。

【0032】また、請求項23に係る画像処理装置は、同軸照明と非同軸照明の位置関係に対応して拡大または縮退処理に方向性を持たせるものである。

【0033】また、請求項24に係る画像処理装置においては、照明手段は検出対象者の顔面を含む所定領域を光入力手段とほぼ同軸で照明するように配置されたものである。

【0034】また、請求項25に係る画像処理装置は、検出対象者の装着物の有無を判定する装着物判定手段を有し、特徴点抽出手段は、上記装着物判定手段の判定結果により、装着用の画像処理と非装着用の画像処理とを切り換える、または各画像処理による処理結果を選択するものである。

【0035】また、請求項26に係る画像処理装置は、装着物判定手段は照明光による反射像の数または最大輝

度により装着物の有無を検出するものである。

【0036】また、請求項27に係る画像処理装置は、装着物の有無によって撮影方法を変化させるものである。

【0037】また、請求項28に係る画像処理装置においては、特徴点抽出手段は、装着物の装着用の画像処理と非装着用の画像処理とを有し、画像処理結果によってどちらか一方の画像処理結果を選択するものである。

【0038】また、請求項29に係る画像処理装置においては、特徴点抽出手段は、撮影画像、検出対象者近傍の照度、または2値化処理画像をもとに、第1の閾値と第2の閾値を決定するものである。

【0039】

【作用】請求項1による画像処理装置は、検出対象者が装着した反射物の照明光による反射像を抽出するための第1の閾値と、検出対象者の眼球からの照明光による反射像を画像処理で抽出するための第2の閾値を用いて、撮影画像を2値化処理し、この2値化処理画像の形より、眼球からの反射像を判別する。

【0040】請求項2による画像処理装置は、撮影画像をもとに第1の閾値と第2の閾値により処理した2値化処理画像を縮退して、眼球からの反射像を抽出する。

【0041】請求項3による画像処理装置は、撮影画像をもとに第1の閾値により処理した第1の2値化処理画像と、撮影画像をもとに第2の閾値により処理した第2の2値化処理画像とを用いて、眼球からの反射像を抽出する。

【0042】請求項4による画像処理装置は、照明光の有無を制御し、照明光が有りの検出対象者の明撮影画像と、照明光が無しの検出対象者の暗撮影画像との差分画像を、第1の閾値、または第1の閾値と第2の閾値により2値化処理し、この2値化処理画像を用いて、眼球からの反射像を抽出する。

【0043】請求項5による画像処理装置は、差分画像を第1の閾値により処理した第1の2値化処理画像と、明撮影画像を第2の閾値により処理した第2の2値化処理画像とを用いて、眼球からの反射像を抽出する。

【0044】請求項6による画像処理装置は、照明光の強弱または光入力手段の入力ゲインを制御し、照明光が強または入力ゲインが大きい検出対象者の明撮影画像と、照明光が弱または入力ゲインが小さい検出対象者の暗撮影画像との差分画像を、第1の閾値、または第1の閾値と第2の閾値により2値化処理し、この2値化処理画像を用いて、眼球からの反射像を抽出する。

【0045】請求項7による画像処理装置は、i-1番目に撮影した明撮影画像からi番目に撮影した暗撮影画像を差分処理して得られた第1の差分画像と、i-1番目に撮影した明撮影画像からi-2番目に撮影した暗撮影画像を差分処理して得られた第2の差分画像とを求め、第1の差分画像及び第2の差分画像により、眼球か

らの反射像を抽出する。

【0046】請求項8による画像処理装置は、i-1番目に撮影した明撮影画像から、i番目に撮影した暗撮影画像と、i-2番目に撮影した暗撮影画像とを差分処理して得られた差分画像を求め、上記差分画像により、眼球からの反射像を抽出する。

【0047】請求項9による画像処理装置は、同軸画像と非同軸画像の差分画像を、第1の閾値、または第1の閾値と第2の閾値で2値化処理し、この2値化処理画像を用いて、眼球からの反射像を抽出する。

【0048】請求項10による画像処理装置は、i-1番目に撮影した同軸画像からi番目に撮影した非同軸画像を差分処理して得られた第1の差分画像と、i-1番目に撮影した同軸画像からi-2番目に撮影した非同軸画像を差分処理して得られた第2の差分画像とを求め、第1の差分画像及び第2の差分画像により、眼球からの反射像を抽出する。

【0049】請求項11による画像処理装置は、i-1番目に撮影した同軸画像から、i番目に撮影した非同軸画像とi-2番目に撮影した非同軸画像とを差分処理して得られた差分画像を求め、上記差分画像により、眼球からの反射像を抽出する。

【0050】請求項12による画像処理装置は、差分画像を第1の閾値により処理した第1の2値化処理画像と、暗撮影画像または非同軸画像を第2の閾値により処理した第2の2値化処理画像とを用いて、眼球からの反射像を抽出する。

【0051】請求項13による画像処理装置は、第1の差分画像を第1の閾値により処理した第1の差分処理画像と、第2の差分画像を第1の閾値により処理した第2の差分処理画像とを用いて、眼球からの反射像を抽出する。

【0052】請求項14による画像処理装置は、照明光の強弱または光入力手段の入力ゲインを制御し、明撮影画像を第1の閾値により処理した第1の2値化処理画像と、暗撮影画像を第2の閾値により処理した第2の2値化処理画像とを用いて、眼球からの反射像を抽出する。

【0053】請求項15による画像処理装置は、i-1番目に撮影した明撮影画像の2値化処理画像をi番目に撮影した暗撮影画像の2値化処理画像でマスク処理して得られた第1のマスク画像と、i-1番目に撮影した明撮影画像の2値化処理画像をi-2番目に撮影した暗撮影画像の2値化処理画像でマスク処理して得られた第2のマスク画像とを求め、第1のマスク画像及び第2のマスク画像により、眼球からの反射像を抽出する。

【0054】請求項16による画像処理装置は、i-1番目に撮影した明撮影画像の2値化処理画像を、i番目に撮影した暗撮影画像の2値化処理画像と、i-2番目に撮影した暗撮影画像の2値化処理画像とで、マスク処理して得られたマスク画像を求め、上記マスク画像によ

り、眼球からの反射像を抽出する。

【0055】請求項17による画像処理装置は、同軸画像を第1の閾値により処理した第1の2値化処理画像と、非同軸画像を第2の閾値により処理した第2の2値化処理画像とを用いて、眼球からの反射像を抽出する。

【0056】請求項18による画像処理装置は、 $i-1$ 番目に撮影した同軸画像の2値化処理画像を i 番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像でマスク処理して得られた第1のマスク画像と、 $i-1$ 番目に撮影した同軸画像の2値化処理画像を $i-2$ 番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像でマスク処理して得られた第2のマスク画像とを求め、第1のマスク画像及び第2のマスク画像により、眼球からの反射像を抽出する。

【0057】請求項19による画像処理装置は、 $i-1$ 番目に撮影した同軸画像の2値化処理画像を、 i 番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像と $i-2$ 番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像でマスク処理して得られたマスク画像を求め、上記マスク画像により、眼球からの反射像を抽出する。

【0058】請求項20による画像処理装置は、第2の2値化処理画像で第1の2値化処理画像をマスク処理することによって第3の2値化処理画像を得、第3の2値化処理画像をもとに顔面上の特徴点を抽出する。

【0059】請求項21による画像処理装置は、差分処理される画像またはマスク処理される画像を縮退処理する。

【0060】請求項22による画像処理装置は、差分処理する画像またはマスク処理する画像を拡大処理する。

【0061】請求項23による画像処理装置は、同軸照明と非同軸照明の位置関係に対応して拡大または縮退処理に方向性を持たせる。

【0062】請求項24による画像処理装置は、検出対象者の顔面を含む所定領域を光入力手段とほぼ同軸で照明する。

【0063】請求項25による画像処理装置は、検出対象者の装着物の有無を判定し、判定結果により、装着用の画像処理と非装着用の画像処理とを切り換える、または各画像処理による処理結果を選択する。

【0064】請求項26による画像処理装置は、照明光による反射像の数または最大輝度により装着物の有無を検出する。

【0065】請求項27による画像処理装置は、装着物の有無によって撮影方法を変化させる。

【0066】請求項28による画像処理装置は、装着物の装着用の画像処理結果と非装着用の画像処理結果によって、どちらか一方の画像処理結果を選択する。

【0067】請求項29による画像処理装置は、撮影画像、検出対象者近傍の照度、または2値化処理画像をもとに、第1の閾値と第2の閾値を決定する。

【0068】

【実施例】

実施例1. 以下、本発明の一実施例を図について説明する。図1において、60は網膜反射像を抽出するための第1の閾値 t_{h1} と、眼鏡による反射像を抽出するための第2の閾値 t_{h2} を有する2値化処理回路Bである。61は2値化処理した内容を記憶する2値化メモリである。図2(a)は眼鏡を装着した場合の撮影画像、図2(b)はこの撮影画像の輝度分布をB-B線で見た図である。図2(b)に示すように、レンズ反射像8や眼鏡枠反射像9は網膜反射像6より輝度が高くなる。

【0069】次に動作について説明する。図1において、画像メモリ30に顔画像を入力するまでの動作は前記従来例と同一の動作をする。図3に本実施例の居眠り検出装置による居眠り検出の処理フローを示す。図3において、ST20で2値化処理回路B60は、第1の閾値 t_{h1} と第2の閾値 t_{h2} との間の濃度の画素は白画素(値1)、それ以外の濃度の画素は黒画素(値0)に変換して2値化メモリ41に出力する。このとき、2値化メモリ41の内容を図にしたのが図4である。図4に示すとおり、網膜反射像6は円形の白領域、レンズ反射像8及び眼鏡枠反射像9は穴の開いたドーナツ状の白領域となる。特徴計算回路50は2値化メモリ61にを読み込んで、第2値化処理画像の形より、網膜反射像を判別する。即ち、ST21で左上の白領域から順にラベリングを行い、ST22でドーナツ状の白領域を除外する。ドーナツ状の白領域の判別には、例えば、画像処理では公知であるオイラー数演算により判別する。ST22でドーナツ状の白領域を除いた図を図5に示す。図5は網膜反射像のみが白領域として残った画像である。以下、ステップST12以降は従来例と同一となり、従来と同様の動作により、網膜反射像6を抽出して、居眠りを検出することができる。

【0070】実施例2. 上記実施例1では網膜反射像を用いて瞳孔を抽出し、居眠りを検出するものを示した。本実施例では角膜の反射像を用いて、視線方向や脇見を検出するものを示す。図6は本実施例の脇見検出装置を示す構成図であり、図において、80はエッジ抽出回路、81は画像メモリ、72は脇見判定回路である。本実施例では、非同軸照明を用いており、虹彩と、照明光による角膜の反射像であるブルキニエ像の位置関係により脇見や視線方向を求める。図7は顔を正面に向け、眼球を左に向けた場合の図である。赤外線LED13がカメラのやや上に設置している場合、眼球がカメラ方向を向いていると、ブルキニエ像2は虹彩4の中心よりやや上に観察され、眼球が右を向くとブルキニエ像2は虹彩4の左に、眼球が左を向くとブルキニエ像2は虹彩4の右に観察される。ブルキニエ像の移動量は眼球の回転10度に対して約1mm程度であり、ブルキニエ像2と虹彩4の中心との位置関係により眼球の角度を推定することができる。

【0071】次に動作について説明する。実施例1と同様の動作により、検出対象者1の顔画像が画像メモリ30に入力される。図7は本実施により撮影された検出対象者1の入力画像である。ブルキニエ像2の抽出は2値化処理回路B60により変換された2値化処理画像から、特徴計算回路50により、実施例1と同様の動作により行われる。特徴計算回路50では、さらにブルキニエ像2の位置を白領域の重心計算により求める。次に、虹彩4の中心位置の導出方法についてのべる。エッジ抽出回路80は画像メモリ30からエッジ抽出処理を行い、エッジ抽出結果を画像メモリ81に格納する。図8にエッジ抽出結果を示す。特徴計算回路50はエッジ抽出により得られた画像に対し、公知の円を求めるハフ変換処理を用い、虹彩の大きさ2cm近傍に設定して、上記ハフ変換処理を行い、虹彩の位置を求める。このとき、演算量を少なくするためハフ変換の領域はブルキニエ像2の例えば2cm四方に限定する。特徴計算回路50は、さらにブルキニエ像2の位置と虹彩4の位置関係から眼球の向き、即ち視線方向を求め、脇見検出回路72は、例えば眼球の向きが正面から20度以上の位置に5秒以上いたとき脇見と判断して、警報回路71に警報命令を出力する。

【0072】このように抽出する顔面の特徴点として、眼球からの反射像を用いる場合、本発明の構成をとれば、眼鏡等の装着物と顔面上の特徴点を区別でき、特徴点の抽出が確実に行える。

【0073】実施例3。図9は本発明の実施例3による居眠り検出装置を示す構成図である。実施例1の装置に対し、白領域縮退処理回路62、及びこの処理回路62による処理結果を格納する2値化メモリ63が加わる。実施例1では、ドーナツ状の白領域を除外することで網膜反射像6を抽出したが、本実施例では2値化メモリ61の白領域を縮退処理することにより網膜反射像6を抽出する。

【0074】実施例1では2値化処理が最適に行われた場合を示したが、眼鏡の向きや材質によっては図4の様なドーナツ状の反射像が得られないこともあり、例えば図10のようにドーナツが欠けたり(9a)、小さな白領域(9b)が出現したりする。白領域縮退処理回路61は例えば5×5のミニマムフィルタで構成され、白領域の縮退処理を行う。その結果を図11に示す。このようにすることにより、網膜反射像6の領域は小さくなるが、レンズ反射像8や眼鏡枠反射像9の白領域を除くことができる。

【0075】なお、本実施例3では白領域の縮退処理を行ったが、縮退処理してから、例えば5×5のマックスフィルタを用い、拡大処理を行うオープニング処理を行っても良い。このとき、網膜反射像6のみが図10に示す基の大きさに復元される。

【0076】また、実施例3では縮退処理回路や拡大処

理回路を5×5のミニマムフィルタや5×5の拡大処理回路で実現したが、5×5でなくても1×5、5×1など1ラインのミニマムフィルタや拡大フィルタで実現してもよい。1ラインにすると眼鏡反射像除去の効果は小さくなるが回路が簡単になる。さらに、縮退処理はミニマムフィルタに限るものではなく最小値から2番目の値を取るようなフィルタでもよい。

【0077】実施例4。図12は本発明の実施例4による居眠り検出装置を示す構成図である。図12において、32は撮影画像である濃淡画像(256階調の画像)を縮退処理する縮退処理回路、33は上記濃淡画像を拡大処理する拡大処理回路、40aは網膜反射像用の閾値 t_{h1} (第1の閾値)で2値化処理を行う第1の2値化処理回路、40bは眼鏡反射用の閾値 t_{h2} (第2の閾値)で2値化処理を行う第2の2値化処理回路、41aは第1の2値化処理回路40aで処理した第1の2値化処理画像を格納する第1の2値化メモリ、41bは第2の2値化処理回路41bで処理した第2の2値化処理画像を格納する第2の2値化メモリである。65は第1の2値化処理画像を第2の2値化処理画像でマスクするマスク回路、41Cはマスク処理することによって得られる2値化処理画像(第3の2値化処理画像)を格納する第3の2値化メモリである。マスク回路65は第1の2値化処理画像の白領域のうち、第2の2値化処理画像の白領域に対応する画素を黒にする様に動作する。

【0078】次に動作について説明する。図12において、画像メモリ30に顔画像を入力し、この濃淡画像を縮退処理回路32で縮退処理し、第1の2値化処理回路40aで第1の閾値 t_{h1} により2値化処理し、第1の2値化メモリ41aに2値化処理画像を格納する。一方、上記濃淡画像を拡大処理回路33で拡大処理し、第2の2値化処理回路40bで第2の閾値 t_{h2} により2値化処理し、第2の2値化メモリ41bに2値化処理画像を格納する。図13は第1の2値化処理画像、図14は第2の2値化処理画像である。図13では、網膜反射像6、レンズ反射像8、眼鏡枠反射像9は図4に比べて小さくなっている。図14では、レンズ反射像8、眼鏡枠反射像9が図4に比べて大きくなっているのが分かる。マスク回路65では、第1の2値化処理画像の白領域のうち、第2の2値化処理画像の白領域に対応する画素を黒にする様に動作する。即ち、第1の2値化処理画像を $P1(X, Y)$ 、第2の2値化処理画像を $P2$

(X, Y) 、マスク処理することによって得られる第3の2値化処理画像を $Q(X, Y)$ とすると、 $P1(X, Y) = 1$ 、AND $P2(X, Y) = 0$ のとき、

$Q(x, y) = 1$

その他のとき、

$Q(X, Y) = 0$

となる。この画像は図11と同様になる。特徴計算回路50ではこの2値化処理画像により、従来と同様にし

て、瞳孔の見かけ上の大きさを計算し、居眠りを検出する。

【0079】なお、実施例4ではマスク処理を上述の数式を用いた方法で実現したが、マスク処理はこの方法に限るものではなく、例えば、第2の2値化処理画像を反転し、反転した第2の2値化処理画像と第1の2値化処理画像とのAND画像をとることにより実現してもよい。

【0080】また、本実施例では縮退処理回路32と拡大処理回路33を用いたが、どちらか一方、あるいは両方とも省いてもよい。なお、両方とも省いた場合、マスク処理することによって得られる第3の2値化処理画像は、図4と同様のドーナツ状の白領域を含む画像となるので、特徴計算回路50で実施例1と同様にして、2値化処理画像の形よりドーナツ状の白領域を除外する。あるいは実施例3と同様にして、2値化処理画像を

縮退し、ドーナツ状の白領域を除外する。

【0081】実施例5. 図15は本発明の実施例5による画像処理装置を示す構成図である。上記実施例4では、マスク回路65を用いたが、マスク回路65及び第3の2値化メモリ41cを設けずに、特徴計算回路50において、例えば、次表に示すように、第1の2値化処理画像に対し、N1、N2、N3、第2の2値化処理画像に対し、M1、M2、M3とラベリングし、各々その位置を求めて、第1の2値化処理画像の白領域の中で、第2の2値化処理画像の白領域と近い位置にある白領域を除くように処理しても同様の画像処理が可能となる。即ち、N1に最も距離が近いM1、N2に最も距離が近いM2、N3に最も距離が近いM4を除き、残ったM3とM5が瞳孔であると判断する。

【0082】

【表1】

第2の2値化処理画像			第1の2値化処理画像		
ラベル番号	位置	内容	ラベル番号	位置	内容
N1	(XN1, YN1)	眼鏡枠	M1	(XM1, YM1)	眼鏡枠
N2	(XN2, YN2)	眼鏡リッス'右	M2	(XM2, YM2)	眼鏡リッス'右
N3	(XN3, YN3)	眼鏡リッス'左	M3	(XM3, YM3)	瞳孔右
			M4	(XM4, YM4)	眼鏡リッス'左
			M5	(XM5, YM5)	瞳孔左

【0083】なお、上記実施例5では縮退処理回路32と拡大処理回路33を用いたが、どちらか一方、あるいは両方とも省いてもよい。

【0084】実施例6. 図16は本発明の実施例6による居眠り検出装置を示す構成図である。上記実施例5では、画像メモリ30の内容を拡大、または、縮退処理した後2つの閾値によりそれぞれ2値化処理をしたが、先に2値化処理した後、白領域の拡大または縮退処理し、マスクを掛けても同様の効果がある。このようにすることにより、ハードウェアも濃淡画像の拡大縮退処理より、2値化した画像の拡大縮退処理の方が小規模で済む。図16において、66は網膜反射像を抽出するための第1の閾値 t_{h1} と眼鏡からの反射像を抽出するための第2の閾値 t_{h2} を有する2値化処理回路Cであり、網膜反射像を抽出するための第1の閾値 t_{h1} による2

値化処理の結果は2値化メモリ41aに、眼鏡反射像を抽出するための第2の閾値 t_{h2} による2値化処理の結果は2値化メモリ41bに出力される。第2の2値化メモリ41bの画像(第2の2値化処理画像)は白領域拡大処理回路67で拡大処理され、2値化メモリ68に出力される。マスク回路65は第1の2値化メモリ41aに格納された第1の2値化処理画像の白領域を、2値化メモリ68に格納される拡大された第2の2値化処理画像の白領域でマスク処理をする。この結果、第3の2値化メモリ41cに格納される第3の2値化処理画像には網膜反射像6のみの白領域が残る。

【0085】上記実施例6において第3の2値化処理画像に対し、白領域の縮退処理を実施すればさらに、眼鏡反射像を除く効果がある。

【0086】実施例7. 図17は本発明の実施例7によ

る居眠り検出装置を示す構成図である。上記実施例6では白領域拡大処理回路67を第2の2値化メモリ41bの画像に対して実行させたが、白領域縮退回路62を第1の2値化メモリ41aの画像に対して実行させると更に効果がある。

【0087】なお、実施例7において、白領域拡大処理回路67及び2値化メモリ68を省いた構成も実施例6と同様の効果がある。

【0088】実施例8. 以上の実施例は照明光(LED)がオン状態のままで顔面上の特徴点を装着物と区別して抽出するものについて述べたが、本実施例では照明光をオン・オフに切り換えて特徴点を装着物と区別して精度よく抽出するものを示す。車室内など明るい環境においては、図18(a)に示すように、顔面全体が明るく撮影され、外乱光の影響でLEDオンの画像のみでは網膜反射像は顕著に現れない。一方、図18(b)に示すように、LEDオフの画像は網膜反射像が現れず、瞳孔が暗く撮影される。従って、LEDオンの明撮影画像からLEDオフの暗撮影画像を差分した画像は、図18(c)に示すように、LEDオンの明撮影画像に比べて網膜反射像が顕著に現れる。本実施例は明るい環境で用いるために、差分処理を施し、眼鏡反射像と網膜反射像を区別する画像処理装置の実施例である。

【0089】図19は本発明の実施例8による居眠り検出装置を示す構成図である。図において、30aは画像メモリ、30bは画像メモリ30aの1フレーム前の内容を記憶する画像メモリ、34は差分回路、30cは画像メモリ、LED駆動回路14は赤外線LED13をタイミング発生回路31の信号によりフレーム周期ごとにオン/オフを切り換えて発光させる。図20はLED発光タイミングチャートと画像メモリ30a、30b、30cの内容であり、LEDのオンオフに対応して、画像メモリ30aは順次、オフ画像bi、オン画像ai+1、オフ画像bi+2、オン画像ai+3・・・を格納していく。画像メモリ30bは画像メモリ30aとは1フレーム遅れて、オフ画像bi、オン画像ai+1、オフ画像bi+2、オン画像ai+3・・・を格納していく。画像メモリ30cは画像メモリ30bとは1フレーム遅れて、差分画像ai+1-bi、ai+3-bi+2、・・・を格納していく。

【0090】次に動作について説明する。LED駆動回路14は赤外線LED13をフレーム周期ごとにオン/オフを切り換えて発光させ、画像メモリ30aと画像メモリ30bには照明光の有無に応じた明撮影画像と暗撮影画像が交互に格納される。差分回路34で上記明撮影画像と暗撮影画像の差分画像をとり、画像メモリ30cに格納する。画像メモリ30cに格納された画像は網膜反射像が顕著に現れた画像となる。第1の2値化処理回路40aは画像メモリ30cからこの差分画像を入力し、第1の閾値th1で2値化処理を行う。得られた2値化処理画像は図21(a)に示すように網膜反射像と

眼鏡反射像を含む。一方、第2の2値化処理回路40bは画像メモリ30aから明撮影画像を入力し、第2の閾値th2で2値化処理をする。この2値化処理画像は図21(b)に示すように眼鏡反射像を含む。2値化メモリ41a、41bに格納された上記2値化処理画像はマスク回路でマスク処理され、図21(c)に示すドーナツ状の白領域を含む画像となる。以下の動作は実施例1と同様である。

【0091】このように照明光をオンオフさせて、得られる明暗撮影画像の差分をとることにより、外乱光成分が除去でき、網膜反射像が強調されるので、閾値th1で2値化処理する際、網膜反射像を確実に抽出できる。

【0092】実施例9. 図22は本発明の実施例9による居眠り検出装置を示す構成図である。本実施例は実施例8に白領域縮退回路62及び画像メモリ63を加えたものである。本実施例では、2値化メモリ41cに格納されたドーナツ状の白領域を含む画像に対し、実施例3と同様に縮退処理を行なって、ドーナツ状の白領域を除外する。

【0093】実施例10. 図23は本発明の実施例10による居眠り検出装置を示す構成図である。本実施例は実施例8の第2の2値化処理回路40bの後に白領域拡大処理回路67及び2値化メモリ68を加えたものであり、眼鏡反射像が拡大されているため、マスク回路65でマスク処理された2値化処理画像は、実施例8に見られるようなドーナツ状の白領域が現われず、網膜反射像のみが得られる。従って、以下、実施例4と同様にして居眠りの検出が行える。

【0094】なお、上記実施例では第2の2値化処理回路40bの後に白領域拡大処理回路を入れたものを示したが、第1の2値化処理回路40aの後に白領域縮退処理回路を入れてもよい。あるいは、白領域拡大処理回路と白領域縮退処理回路の両方をいれてもよい。

【0095】また、第2の2値化処理回路40bで2値化処理する前に拡大処理してもよいし、第1の2値化処理回路40aで2値化処理する前に差分画像を縮退処理してもよい。

【0096】実施例11. 図24は本発明の実施例11による居眠り検出装置を示す構成図である。本実施例は図21(a)に示す実施例8における差分画像に対し、実施例1と同様に、2値化処理回路B60により閾値th1、th2で2値化処理を行うものであり、マスク回路65を用いずに、2値化処理回路B60により直接、図21(c)と同様の2値化処理画像を得るものである。

【0097】実施例12. 図25は本発明の実施例12による居眠り検出装置を示す構成図である。本実施例では照明光を強と弱に切り換えて特徴点を精度よく抽出するものを示す。図25において、30aは画像メモリ、30bは画像メモリ30aの1フレーム前の内容を記憶

する画像メモリ、34は差分回路、30cは画像メモリ、LED駆動回路14は赤外線LED13をタイミング発生回路31の信号によりフレーム周期ごとに強/弱を切り換えて発光させる。LED発光タイミングチャートと画像メモリ30a、30bの内容は実施例8と同様であり、LEDの強弱に対応して、強発光画像（以下、明撮影画像と記す）と弱発光画像（以下、暗撮影画像と記す）を順次格納し、画像メモリ30cは差分画像を格納していく。

【0098】次に本実施例における差分画像を説明する。図26にCCDカメラ10の入出力特性を示す。カメラ10に入力される網膜反射像や眼鏡等の装着物からの反射光の輝度は、照明光の強弱によって図26の横軸に示すような順序になり、照明光が弱くても眼鏡の反射はかなり明るい。このため、カメラからの出力（濃度値）はオーバフローに近い値になる。すなわち、弱発光でも強発光でも、眼鏡の反射像の濃度値は変化が小さい。従って、明撮影画像から暗撮影画像を引くと、眼鏡の反射像の濃度差は低く、画像メモリ30cには、眼鏡の反射像はむしろ暗く、網膜反射像のみが明るく光る画像が出現する。画像メモリ30cの画像を図27に示す。この画像ではレンズ反射像8、眼鏡枠反射像9の中心は暗くなるが、周りには明るいドーナツ領域が現れる。

【0099】図25において、2値化処理回路A40で、画像メモリ30cに格納された上記差分画像を閾値 t_{h1} で2値化すると図4のようになる。以下の動作は実施例1と同様である。

【0100】なお、本実施例12において、2値化メモリ41または2値化メモリ41cのあとに実施例3と同様、白領域の縮退処理回路をいれても良い。

【0101】また、2値化処理回路A40は2値化処理回路B60でもよく、同様の2値化処理画像となる。

【0102】このように照明光を強弱発光させて、得られる明暗撮影画像の差分をとることにより、装着物の反射像の影響を消すように動作するので、特徴点検出精度がさらに向上する。

【0103】実施例13。図28は本発明の実施例13による居眠り検出装置を示す構成図である。本実施例では、実施例12の装置に対し、画像メモリ30bの後に暗撮影画像を拡大処理する拡大処理回路33及び画像メモリ30dを挿入している。これにより、弱発光時の眼鏡からの反射像が拡大され、明撮影画像との間で差分を取ると、画像メモリ30cには図29のように眼鏡反射が暗くなる画像が得られる。この画像を2値化処理回路A40により2値化すれば、網膜反射像のみが抽出できる。

【0104】実施例14。図30は本発明の実施例14による居眠り検出装置を示す構成図である。本実施例では、実施例13の装置に対し、画像メモリ30aの後に

明撮影画像を縮退処理する縮退処理回路33及び画像メモリ30eを挿入している。これにより、多少顔が動いても眼鏡反射を除去できるようになる。

【0105】実施例15。上記実施例12、13、14では差分画像のみを用いて眼球の特徴点を抽出したが、実施例8、9、10と同様に、2つの2値化処理画像を得、マスク処理を行なうようにしてもよい。即ち、図19に示すように、第2の2値化処理回路40bを設け、画像メモリ30aから弱発光画像を入力し、第2の閾値 t_{h2} で2値化処理をして、第2の2値化処理画像である眼鏡反射像を得、一方、2値化処理回路40aで差分画像を第1の閾値 t_{h1} で2値化処理し、第1の2値化処理画像である網膜反射像を得、両2値化処理画像をマスク回路65でマスク処理して、図4と同様の画像を得てもよい。

【0106】また、本実施例のものに対し、第1の2値化処理画像の縮退処理と、第2の2値化処理画像の拡大処理のどちらか一方、あるいは両方を行なってもよい。

【0107】また、第2の2値化処理回路40bで2値化処理する前に拡大処理してもよいし、第1の2値化処理回路40aで2値化処理する前に差分画像を縮退処理してもよい。

【0108】実施例16。なお、上記実施例12～15では照明光の強弱に対する差分画像をもちいて網膜反射像を得たが、カメラのゲインを可変にし、LED強発光の代わりにカメラゲインを大、LED弱発光の代わりにカメラゲインを小にしても同様の効果がある。図31は本発明の実施例16による居眠り検出装置を示す構成図である。図において、10は入力ゲイン信号に対応して出力画像信号の大きさを变化する機能があるCCDカメラ、16はゲイン信号を発生するゲイン信号発生回路である。

【0109】タイミング発生回路31のフレーム周期に従ったタイミング信号によりゲイン信号発生回路16はゲイン大の信号とゲイン小の信号をCCDカメラ10に出力する。画像メモリ30aには、フレーム周期毎にカメラゲインが異なる画像が入力され、画像入力のタイミング毎に画像メモリ30aの画像は画像メモリ30bに転送し、結果として画像メモリ30bには1フレーム前の画像が格納されている。画像メモリ30aにゲイン大の明撮影画像、画像メモリ30bにゲイン小の暗撮影画像が入力されたとき、差分回路34は、ゲイン大の明撮影画像からゲイン小の暗撮影画像を引く演算をする。画像メモリ30cの画像は図27と同様である。以下の処理は実施例12と同様である。

【0110】本実施例では、フレーム周期毎にゲインの大小を切り換えて検出対象者を撮影したが、撮影画像の濃淡レベルを变化させるものなら何でもよく、カメラの絞りを変化させても良い。即ち、ゲイン大小の代わりに、絞り開閉度大と絞り開閉度小をフレーム周期毎に切

り換えても良い。また、カメラのシャッタ速度を可変にし、遅いシャッタ速度による撮影と、早いシャッタ速度による撮影とをフレーム周期毎に切り換えても良い。

【0111】このように、照明光の強弱の代わりに、CCDカメラのカメラゲインや絞りやシャッタスピード等のカメラ（光入力手段）の入力ゲインを変化させて、同様の動作を行なえば、SNは下がるかも知れないが、LEDの寿命等が延びる等の利点がある。

【0112】実施例17. 図32は本発明の実施例17による居眠り検出装置を示す構成図である。本実施例では、検出対象者1をCCDカメラ10と同軸で照明するLED13aと、検出対象者1をCCDカメラ10と非同軸で照明するLED13bを交互に発光させ、同軸照明と非同軸照明を切り換えて特徴点を精度よく抽出するものである。即ち、同軸照明の場合は、眼鏡枠反射像や眼鏡等の装着物からの反射像と網膜反射像が撮像され

（同軸画像）、非同軸照明の場合は、装着物からの反射像のみが撮像される（非同軸画像）。従って、同軸画像と非同軸画像の差分画像をとることにより、眼鏡反射が除去できる。

【0113】次に動作について説明する。図32において、LED駆動回路14は赤外線LED13aと赤外線LED13bをタイミング発生回路31の信号によりフレーム周期ごとに交互に切り換えて発光させる。LED発光タイミングチャートと画像メモリ30a、30bの内容は実施例8、12と同様であり、発光するLEDに対応して、同軸画像と非同軸画像を順次格納する。拡大処理回路33及び画像メモリ30dは非同軸画像を拡大処理し、差分回路34はこの非同軸拡大処理画像を、画像メモリ30aの同軸画像から差分し、差分画像を生成する。以下、実施例13と同様に2値化処理回路40で、画像メモリ30cに格納された上記差分画像を閾値th1で2値化し図4の網膜反射像を得る。

【0114】本実施例では拡大処理回路33を設け、非同軸画像を拡大処理し、同軸画像との間で差分画像を生成した。これは眼鏡反射像の除去を確実にするためである。即ち、LED13aと13bの位置が異なるため、同軸画像と非同軸画像とで反射像の位置が多少異なる結果、このまま差分を取れば眼鏡反射像の一部が残るが、非同軸画像を拡大し、眼鏡反射像を拡大して差分を取ることにより、眼鏡反射像をすべて除去できる。

【0115】なお、実施例14と同様に、縮退処理回路32を、画像メモリ30aの後に入れ、同軸画像を縮退処理して、非同軸拡大処理画像とで差分を取れば、多少顔が動いても眼鏡反射を除去できるようになる。

【0116】なお、LEDの並んでいる方向が上下方向なら、例えば5×5のマックスフィルタを7×5のマックスフィルタに換え、拡大の方向を上下方向に強くすれば除去効果があがる。

【0117】実施例18. 上記実施例17では差分画像

のみを用いて眼球の特徴点を抽出したが、実施例8、15と同様に、2つの2値化処理画像を得、マスク処理を行なうようにしてもよい。即ち、図19に示すように、第2の2値化処理回路40bを設け、画像メモリ30aから非同軸画像を入力し、第2の閾値th2で2値化処理をして、第2の2値化処理画像である眼鏡反射像を得、一方、2値化処理回路40aで差分画像を第1の閾値th1で2値化処理し、第1の2値化処理画像である網膜反射像を得、両2値化処理画像をマスク回路65でマスク処理して、図4と同様の画像を得てもよい。

【0118】また、本実施例のものに対し、第1の2値化処理画像の縮退処理と、第2の2値化処理画像の拡大処理のどちらか一方、あるいは両方を行なってもよい。

【0119】また、第2の2値化処理回路40bで2値化処理する前に拡大処理してもよいし、第1の2値化処理回路40aで2値化処理する前に差分画像を縮退処理してもよい。

【0120】実施例19. 図33は本発明の実施例19による居眠り検出装置を示す構成図である。本実施例は、上記実施例のように照明光の強弱、または入力ゲインの大小、または同軸、非同軸照明に対する差分画像をもちいて網膜反射像を得るのではなく、照明光の強弱、または入力ゲインの大小、または同軸、非同軸照明に対する2つの画像を、各々第1の閾値と第2の閾値により2値化処理し、これらの2つの2値化処理画像を用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するものである。図33において、LED駆動回路14は赤外線LED13をタイミング発生回路31の信号によりフレーム周期ごとに強/弱を切り換えて発光させる。第1の2値化処理回路40aは画像メモリ30aから明撮影画像を入力し、第1の閾値th1で2値化処理をして、第1の2値化処理画像である網膜反射像と眼鏡反射像が含まれる画像を得る。一方、第2の2値化処理回路40bでは画像メモリ30bから暗撮影画像を入力し、第2の閾値th2で2値化処理をして、第2の2値化処理画像である眼鏡反射像が含まれる画像を得る。マスク回路65で第1の2値化処理画像を第2の2値化処理画像でマスク処理して、図4と同様の画像を得る。以下の動作は上記各実施例と同様である。

【0121】なお、本実施例において、2値化メモリ41cのあとに実施例3と同様、白領域の縮退処理回路をいれてもよい。

【0122】また、第1の2値化処理画像の縮退処理と、第2の2値化処理画像の拡大処理のどちらか一方、あるいは両方を行なってからマスク処理を行なってもよい。

【0123】実施例20. 図34は本発明の実施例20による居眠り検出装置を示す構成図である。本実施例は、図33に示す装置に対し、第2の2値化処理回路40bで2値化処理する前に拡大処理回路33で拡大処理

し、第1の2値化処理回路40aで2値化処理する前に縮退処理回路32で縮退処理するものである。

【0124】なお、上記実施例19、20は照明光を強弱切り換えるものを示したが、入力ゲインを切り換えるもの、または同軸、非同軸照明を切り換えるものに対しても同様の構成が可能である。このように、実施例19、20では画像メモリの数が減り、変わりに2値化メモリが増えるが、2値化メモリの方がハードウェアが小さいので、メモリ容量が小さくなり、装置が小型になる。また、濃淡画像の差分処理の代わりにマスク処理を行うが、同様、処理回路が簡単になるので装置が小型になる。

【0125】実施例21。図35は本発明の実施例21による居眠り検出装置を示す構成図、図36は実施例21による居眠り検出装置の動作を説明する説明図である。上記実施例19、20では画像メモリ30a、30bに格納された明暗撮影画像を各々2値化処理回路40a、40bで2値化処理したが、本実施例では、画像メモリと2値化処理回路を1つにし、特徴計算回路50において、2値化処理回路40に対し、2値化の閾値を図36に示すように、フレーム周期毎に切り換える処理をおこなう。このようにすることにより、2値化メモリ41a、41b、41cに格納される2値化処理画像は、実施例19と同様になる。本実施例では、2値化処理回路が1つになり、画像メモリも少なくなるので回路がより小型になる。

【0126】実施例22。図37は本発明の実施例22による居眠り検出装置を示す構成図である。本実施例は、顔が動いた場合にも精度よく網膜反射像を抽出できるものであり、照明光を強弱発光させて、順次得られる暗撮影画像、明撮影画像、暗撮影画像の差分をとることにより、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するものである。図37において、30dはi番目に撮影した暗撮影画像を拡大処理した画像を格納する画像メモリ、30bはi-1番目に撮影した明撮影画像を格納する画像メモリ、30fはi-2番目に撮影した暗撮影画像を拡大処理した画像を格納する画像メモリ、35はi-1番目に撮影した明撮影画像からi番目に撮影した暗撮影画像を差分処理する第1の差分回路、36はi-1番目に撮影した明撮影画像からi-2番目に撮影した暗撮影画像を差分処理する第2の差分回路、30gは第1の差分回路35からの第1の差分画像を格納する画像メモリ、30hは第2の差分回路36からの第2の差分画像を格納する画像メモリ、40は第1の閾値により第1の差分画像あるいは第2の差分画像を処理する2値化処理回路A、37は2値化処理回路Aで各々処理された第1の差分処理画像と第2の差分処理画像とのAND画像をとるAND回路、40dはAND画像を格納する2値化メモリである。

【0127】次に動作について説明する。LED駆動回

路14は赤外線LED13をフレーム周期ごとに強/弱を切り換えて発光させ、画像メモリ30aと画像メモリ30bには照明光の強弱に応じた暗撮影画像と明撮影画像が交互に格納される。図38に検出対象者が左から右に動いたとした時の画像メモリ30d、30b、30f、30g、30hに格納される画像を眼鏡反射像と網膜反射像に注目して模式的に示す。i-2番目及びi番目に撮影した暗撮影画像を拡大処理した画像30F、30Dは眼鏡反射像が拡大されて撮像され、網膜反射像は撮像されない。また、顔を動かしているのが眼鏡反射像は撮影画像上を移動し、画像30Fにおける眼鏡反射像は左寄りに、画像30Dにおける眼鏡反射像は右寄りに現われる。i-1番目に撮影した明撮影画像30Bは眼鏡反射像と網膜反射像が撮像され、また、眼鏡反射像は中央に現われる。第1の差分回路35で差分処理され、メモリ30gに格納された画像30Gと、第2の差分回路36で差分処理され、メモリ30hに格納された画像30Hを第1の閾値により2値化処理回路A40でそれぞれ2値化処理し、AND回路37でANDをとると、画像40Dに示すAND画像が得られる。このAND画像40Dは眼鏡反射像の大部分が除去され、網膜反射像の抽出できた画像となっている。

【0128】このように、例えば実施例13において差分画像を取る時、顔が動くと眼鏡反射像が充分除去できないことがあるが、本実施例のようにして2つの差分画像を用いて処理すると、精度よく網膜反射像を抽出できる。特徴計算回路50では網膜反射像のみを平等より抽出し、上記各実施例と同様にして居眠りを検出する。

【0129】実施例23。図39は本発明の実施例23による居眠り検出装置を示す構成図である。本実施例は実施例22の構成のものに対し、画像メモリ30bに格納される明撮影画像30Bを縮退処理回路32で縮退処理し、差分するときに差分される側になる眼鏡反射像を小さくしている。これにより第1の差分画像30Gと第2の差分画像30Hにおいては、眼鏡反射像の残っている部分が小さくなり、その結果、AND画像40Dにおいても、眼鏡反射像が殆ど残らなくなる。

【0130】本実施例では縮退処理回路32と拡大処理回路33の両方を入れたものを示したが、拡大処理回路33を省いてもよいし、両方ともなくてもよい。

【0131】また、上記実施例22、23では照明光を強弱切り換え、2種類の差分をとり画像処理するものを示したが、実施例16と同様に入力ゲインを切り換え、あるいは実施例17と同様に同軸照明と非同軸照明を切り換え、実施例22、23と同様に2種類の差分をとる構成であってもよい。

【0132】実施例24。図40は本発明の実施例24による居眠り検出装置を示す構成図である。本実施例は、上記実施例22、23と同様に、顔が動いた場合にも精度よく網膜反射像を抽出できるものであり、2種類

の差分のとり方が異なるものである。図40において、38はi-1番目に撮影した明撮影画像からi番目に撮影した暗撮影画像を差分した差分画像30Gから、さらにi-2番目に撮影した暗撮影画像を差分処理する差分回路であり、30jはこの差分画像を格納する画像メモリである。

【0133】次に動作について説明する。LED駆動回路14は赤外線LED13をフレーム周期ごとに強/弱を切り換えて発光させ、画像メモリ30aと画像メモリ30bには照明光の強弱に応じた暗撮影画像と明撮影画像が交互に格納される。図41に検出対象者が左から右に動いたとした時の画像メモリ30d、30b、30f、30g、30jに格納される画像を眼鏡反射像と網膜反射像に注目して模式的に示す。i-2番目及びi番目に撮影した暗撮影画像を拡大処理した画像30F、30D、i-1番目に撮影した明撮影画像30B、第1の差分回路35で差分処理され、メモリ30gに格納された画像30Gは、上記実施例22と同じであり、本実施例では差分画像30Gから、さらにi-2番目に撮影した暗撮影画像を差分回路38で差分する。この差分画像30Jを第1の閾値により2値化処理回路A40で2値化処理すると、実施例22で得られたAND画像40Dと同様の画像が得られ、眼鏡反射像の大部分がほぼ除去され、網膜反射像の抽出できた画像となっている。

【0134】実施例25. 図42は本発明の実施例25による居眠り検出装置を示す構成図である。本実施例は実施例23と同様、上記実施例24の構成のものに対し、画像メモリ30bに格納される明撮影画像30Bを縮退処理回路32で縮退処理し、差分するときに削られる側になる眼鏡反射像の小さくしている。これにより実施例23と同様、眼鏡反射像が殆ど残らなくなる。

【0135】本実施例では縮退処理回路32と拡大処理回路33の両方を入れたものを示したが、拡大処理回路33を省いてもよいし、両方ともなくてもよい。

【0136】また、上記実施例22、23では照明光を強弱切り換え、明撮影画像から2重に差分をとり画像処理するものを示したが、実施例16と同様に、同軸照明と非同軸照明を切り換え、同軸画像から実施例22、23と同様に2重に差分をとる構成であってもよい。

【0137】実施例26. 図43は本発明の実施例26による居眠り検出装置を示す構成図である。眼鏡の形状によっては、照明の位置を少しずらせるだけで眼鏡レンズ上の反射像が動いてしまい、同軸、非同軸照明に対して差分をとっても眼鏡レンズ上の反射像が残り、網膜反射像を抽出できないことがある。本実施例は、このような場合にも精度よく網膜反射像が抽出できる装置であり、同軸照明における光軸に対し対称となる2つの光軸で非同軸照明を行なうものである。図43では、同軸照明の光軸に対し検出対象者をLED13b、13cにより左右から照明して、非同軸照明を実施する。

【0138】次に動作について説明する。LED駆動回路14は赤外線LED13a、13b、13cをフレーム周期ごとに、非同軸左、同軸、非同軸右、同軸、非同軸左、同軸、非同軸右・・・と切り換えて発光させ、画像メモリ30aには同軸、非同軸に応じた同軸画像と非同軸画像が交互に格納される。非同軸左画像が画像メモリ30aに入力されると拡大処理回路33で拡大処理され画像メモリ30dに格納される。次に、同軸画像が画像メモリ30aに入力されると画像メモリ30bに格納される。このとき、画像メモリ30dの非同軸左拡大画像は画像メモリ30fに転送される。以下画像が入力する度にこの処理を繰り返す。例えばi番目に非同軸右画像が画像メモリ30dに格納されたときは、画像メモリ30bはi-1番目の同軸画像、画像メモリ30fにはi-2番目の非同軸左画像が格納されている。画像メモリ30d、30b、30f、30g、30hに格納される画像は図38と同様になる。即ち、画像30Fはi-2番目に撮影された非同軸左の非同軸画像の拡大画像であり、眼鏡反射像は左寄りに現われる。画像30Dはi番目に撮影した非同軸右の非同軸画像の拡大画像であり、眼鏡反射像は右寄りに現われる。30Bはi-1番目に撮影した同軸照明の同軸画像であり、眼鏡反射像は中央に現われる。これらの画像に対し、実施例22と同様に2種類の差分をとることにより、眼鏡反射像の大部分がほぼ除去され、網膜反射像の抽出が精度よくできる。

【0139】なお、同軸照明に対し、対称な非同軸照明をとる構成は、実施例23～実施例25に対しても適用できる。また、同軸照明に対し、対称な非同軸照明としては、上下方向や斜め方向であってもよい。

【0140】実施例27. 図44は本発明の実施例27による居眠り検出装置を示す構成図である。本実施例は、上記実施例22～23に示した2種類の差分画像をもちいたものに対し、実施例19～20と同様、先に2値化処理して、この2値化処理画像を用いて、2種類の差分画像の代わりに2種類のマスク画像を得、特徴抽出を行なうものである。図44において、LEDは弱、強、弱、強と順次切り換えて発光する。i-2番目に撮影した暗撮影画像は2値化処理回路40bで2値化され、2値化メモリ41bに格納される。i-1番目に撮影した明撮影画像は2値化処理回路40aで2値化され、2値化メモリ41bのi-2番目の暗撮影画像は2値化メモリ41eに転送される。次いでi番目に撮影した暗撮影画像は2値化処理回路40bで2値化され、2値化メモリ41bに格納される。このときi番目の暗撮影画像は2値化メモリ41bに、i-1番目の明撮影画像は2値化メモリ41aに、i-2番目の弱発光画像は2値化メモリ41bに格納されていることになる。次に、マスク回路65aは2値化メモリ41aのi-1番目の明撮影

画像に対して2値化メモリ41bのi番目の暗撮影画像でマスク処理をして結果を2値化メモリ41fに出力する。一方、マスク回路65bは2値化メモリ41aのi-1番目の明撮影画像に対して2値化メモリ41eのi-2番目の暗撮影画像でマスク処理し、結果を2値化メモリ41gに出力する。次いで、AND回路37は2値化メモリ41fの内容と、2値化メモリ41gの内容のANDをとり、2値化メモリ41hに結果を出力する。

【0141】なお、実施例24～実施例26に対しても、本実施例と同様、先に2値化処理してマスク処理を行なってもよい。

【0142】このような構成にすることにより、実施例22～26に比べて、2値化メモリは増えるが、画像メモリが少なくて済み差分回路も省けるので、小型で低価格の装置ができる効果がある。

【0143】実施例28、図45は本発明の実施例28による居眠り検出装置を示す構成図である。本実施例は実施例3の構成のものに対し、眼鏡の有無を判断する眼鏡装着判定手段69を備えたものである。眼鏡装着判定手段69は、2値化メモリ61における白領域をラベリング処理し、白領域の個数を数える。眼鏡の非装着時には反射像は2つ、装着時には3つ以上あるので、白領域の数で眼鏡の有無を判断する。特徴計算回路50は、眼鏡装着判定手段69の判定結果により、眼鏡装着用の特徴抽出ロジックと、眼鏡非装着用のロジックを切り替える。例えば、図10では5個あるので、眼鏡装着と判断し、実施例3と同様に2値化メモリ63の内容から網膜反射像6を抽出する処理を行う。眼鏡非装着と判断された時には、2値化メモリ61の内容から網膜反射像6を抽出する処理を行う。

【0144】縮退処理をすると網膜反射像6の情報が少なくなるが、本実施例の場合は、眼鏡装着時の、瞳孔抽出精度が向上する。

【0145】なお、上記実施例では眼鏡装着判定手段69は、2値化メモリ61における白領域の個数を数え、眼鏡の装着を判定したが、眼鏡反射像は網膜反射像に比べて輝度が著しく高いことから、眼鏡装着判定手段69は、画像メモリ30から信号を取入れ、最大輝度をみて、所定値以上なら眼鏡装着と判定してもよい。

【0146】また、上記各実施例では眼鏡を装着するものについて述べてきたが、イヤリング等の装着物に対しても同様の効果がある。

【0147】図46は本発明の実施例28による他の居眠り検出装置を示す構成図である。図45に示す実施例では画像処理により眼鏡装着を判断したが、スイッチ15により眼鏡装着か非装着かの信号を特徴計算回路50に入力してもよい。特徴計算回路50の動作は、眼鏡の有無により、眼鏡装着用の特徴抽出ロジックと、眼鏡非装着用のロジックを、上記実施例と同様にして切り替える。即ち、眼鏡装着時には、2値化メモリ63の内容か

ら網膜反射像6を抽出する処理を行い、眼鏡非装着時には、2値化メモリ61の内容から網膜反射像6を抽出する処理を行う。

【0148】図47は本発明の実施例28によるさらに他の居眠り検出装置を示す構成図である。図47において、特徴計算回路50は、眼鏡の有無により、眼鏡装着用の特徴抽出ロジックと、眼鏡非装着用のロジックを切り替えるだけでなく、さらに撮影条件を変えるものである。即ち、特徴計算回路50は眼鏡を装着すると網膜反射像6が暗くなるので、眼鏡装着時には裸眼時に比べて赤外線LED13の放射パワーを上げるように、LED駆動回路14を制御する。他の動作は図46に示す実施例と同じである。このようにすることにより、適正な光量で照明するので、眼鏡装着時でも裸眼時でも正しく特徴点を抽出することができる。

【0149】なお、図45に示す装置に対しても、眼鏡装着の有無により撮影方法を切り換えるようにしてもよい。また、眼鏡装着の有無を判断してLEDの放射パワーを変えたが、眼鏡装着時にはカメラのゲインを上げ、裸眼時にはカメラのゲインを下げるようにしても同様の効果がある。

【0150】実施例29、なお、上記実施例28において、特徴計算回路50は、眼鏡の有無により、眼鏡装着用の画像処理と、眼鏡非装着用の画像処理を切り替えるものを示したが、予め、眼鏡装着用の画像処理と、眼鏡非装着用の画像処理で網膜反射像を抽出しておき、眼鏡の有無によって、上記画像処理結果を選択するようにしてもよい。

【0151】あるいは、特徴計算回路50は、眼鏡装着用の画像処理と非眼鏡装着用の画像処理とを有し、画像処理結果によってどちらか一方の画像処理結果を選択してもよい。例えば、図47の場合、2値化メモリ61の白領域の個数と、2値化メモリ63の白領域の個数を比べ、2値化メモリ61の白領域の個数と2値化メモリ63の白領域の個数が同じならば、眼鏡非装着として、2値化メモリ61による特徴抽出結果を選択し、個数が違えば、眼鏡装着として、2値化メモリ63による特徴抽出結果を選択する。また、2値化メモリ61の白領域の面積と、2値化メモリ63の白領域の面積を一定時間記憶し、瞬きにより白領域の面積が小さくなることから、面積が小さくなる割合が大きい方の、特徴抽出結果を選択しても良い。

【0152】さらに、上記実施例は実施例3の構成のものに対し、眼鏡装着の有無に応じた画像処理または画像処理結果を選択するものを示したが、他の実施例に対して適用してもよい。

【0153】実施例30、さらに、上記各実施例では2値化処理回路において、第1の閾値 t_{h1} と第2の閾値 t_{h2} は予め決められた所定の値を用いたが、撮影画像、検出対象者近傍の照度、または2値化処理画像をも

とに、第1の閾値と第2の閾値を決定すると、網膜反射像と装着物からの反射像とをより正確に判別できる。本実施例では入力画像に従って閾値 $t h 1$ 、 $t h 2$ を設定するものを示す。図48はこのような居眠り検出装置の

$$t h 1 = \text{平均濃度} + 3 \times \text{分散}$$

$$t h 2 = \text{最大濃度} - (\text{最大濃度} - t h 1) / 2 \quad \dots (2)$$

このようにして得られた閾値 $t h 1$ 、 $t h 2$ により、2値化処理することにより、網膜反射像を精度よく抽出できる。

【0154】なお、上記実施例において、特徴抽出回路50において、ヒストグラム演算回路64から最大濃度を入力し、この入力画像の最大濃度に応じてLED光量を変え、レンズ反射像8や眼鏡枠反射像9がオーバーフローしないように設定すれば、網膜反射像6とレンズ反射像8との濃度の差が出やすくなり、閾値 $t h 1$ 、 $t h 2$ が決定しやすい。図49はこのような実施例を示すものであり、特徴抽出回路50は最大濃度が255に近ければ、光量を下げるように、LED駆動回路14に指令を出す。

【0155】実施例31. 上記実施例30では入力画像全体の平均濃度を用いて閾値の決定をしたが、図50は夜間の網膜反射を含む画像全体の濃度分布であり、濃度値 a を持つ画素数を $n(a)$ としたものである。ここで a は0~255までの値を取る。また、 A は最小の濃

$$N(i) = \sum_{a=16i}^{16i+15} n(a) \quad (i=0 \sim 15)$$

【0158】次に、隣合う区画間の差分 $M(i)$ をとり、

$$M(i) = N(i) - N(i-1) \quad \text{但し、} i=1 \sim 15$$

差分 $M(i)$ が一定値以上の画素数 $M t h$ を持つ区画

$$\text{MIN} \{n(16J), n(16J+1), \dots, n(16J+15)\}$$

を与える濃度値とする。

【0159】このようにして求められた点Bに対し、閾値の選び方は、

$$t h 1 = \text{濃度} B + \alpha 1$$

$$t h 2 = \text{濃度} \max - \alpha 2$$

但し、 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ はオフセット値であり、例えば $\alpha 1 = 10$ 、 $\alpha 2 = 20$ とする。

【0160】または、

$$t h 1 = \text{濃度} B + \text{濃度} B \text{ 以上の濃度平均値} \times \beta 1 + \alpha 1$$

$$t h 2 = \text{濃度} \max - \text{濃度} B \text{ 以上の濃度平均値} \times \beta 2 - \alpha 2$$

(ここで、 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\beta 1$ 、 $\beta 2$ は、例えば、 $\alpha 1 = 5$ 、 $\alpha 2 = 10$ 、 $\beta 1 = \beta 2 = 0.2$)。

閾値の選び方は、後者の閾値のほうが演算時間がかかるが、確実に特徴点が抽出できるという意味で精度があが

一例を示す構成図である。図において、64はヒストグラム演算回路であり、画像メモリ30から画像を入力し、入力画像の最大濃度と平均濃度と分散をもとに、以下のように閾値 $t h 1$ 、 $t h 2$ を設定する。

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

度、 B は濃度分布の立ち上がり濃度、 C は最大濃度(濃度 \max)である。図50において、顔面領域及び背景は暗いので点 B より暗い濃度を持つ。これに比べ、網膜反射像や眼鏡の反射像は著しく明るく、画素数が少ないので点 B から点 C の分布内にある。従って、上記実施例30の全体画像の平均濃度による閾値決定方法では、 S/N の悪い顔面領域や背景の濃度分布から閾値のを決めることになり、必ずしも最適な値が得られないことがわかる。本実施例では、濃度分布の立ち上がり濃度 B を見つけ、濃度 B 以上の画素の濃度分布に注目して2値化の閾値を決定するものであり、より最適な閾値が求められる。

【0156】濃度 B の求め方は、例えば次のとおりに計算する。まず、点 B のおおよその位置を求めるために、濃度値を例えば16の区画に分割し、区分 i の画素数 $N(i)$ を次式により求める。

【0157】

【数1】

$$M(i) \geq M t h$$

なる区画、 $j 1$ 、 $j 2$ 、 \dots 、 J を抽出し、濃度値最大の区画 J を選択する。点 B はこの区画 J 内で最小の画素数を持つ濃度値、即ち、

る。

【0161】さらに、図51(a)(b)は各々、夜間の明撮影画像の濃度分布と暗撮影画像の濃度分布である。図51に示すように、眼鏡反射像の濃度は網膜反射像の濃度より大きいところに位置し、明撮影(例えば強発光)の場合は、網膜反射像を抽出する必要があるので、閾値の選び方を、

$$t h 1 = \text{濃度} B + \alpha 1$$

とし、暗撮影(例えば弱発光)の場合は、眼鏡反射像のみを抽出する必要があるので、

$$t h 2 = \text{濃度} \max - \text{濃度} B \text{ 以上の濃度平均値} \times \beta 2 - \alpha 2$$

としてもよい。

【0162】実施例32. さらに、閾値 $t h 1$ 、 $t h 2$ の設定の仕方としては、検出対象者近傍の照度を照度センサにより検出し、上記照度をもとに閾値 $t h 1$ 、 $t h$

2を設定することもできる。例えば、閾値 $th1$ は照度が大きくなるに連れて大きくなる値、 $th2$ は一定としたマップを用い、検出された照度により閾値 $th1$ 、 $th2$ を決定する。あるいは、明るい顔の平均濃度に対する網膜反射像の濃度が、暗いときに比べて小さくなることを考慮して、上記(1)式を

$$th1 = \text{平均濃度} + x(s) \times \text{分散}$$

と設定し、 $x(s)$ を照度が大きくなるに連れて小さくなる値に設定したマップを用いて、入力画像の最大濃度と平均濃度と分散と、検出された照度をもとに、閾値 $th1$ 、 $th2$ を決定する。

【0163】実施例33. 検出対象者によって網膜反射像の輝度や大きさは異なる。また、眼鏡によっても眼鏡反射像の輝度や大きさが異なる。本実施例は異なる閾値で処理した複数の2値化処理画像をもとに、最適な閾値を決定し、最適な閾値による画像処理、または画像処理結果を選択するものである。図52は本発明の実施例33による画像処理装置を示す構成図である。図52において、2値化処理回路C66は予め定められた濃度に対する4つの閾値 $th11$ 、 $th12$ 、 $th13$ 、 $th2$ を持っている。 $th2$ は上記各実施例と同様の眼鏡反射像検出用の閾値であり、 $th11$ 、 $th12$ 、 $th13$ は網膜反射像検出用の閾値であり、 $th11 > th12 > th13$ である。41bは閾値 $th2$ で2値化処理した結果を格納する第2の2値化メモリ、411aは閾値 $th11$ で2値化処理した結果を格納する第1の2値化メモリ、412aは閾値 $th12$ で2値化処理した結果を格納する第1の2値化メモリ、413aは閾値 $th13$ で2値化処理した結果を格納する第1の2値化メモリ、39は信号切り換え器であり、特徴計算回路50の指令により、2値化メモリ411a、412a、413aのうちの1つの出力を、マスク回路65に接続する。

【0164】次に動作について説明する。画像メモリ30に画像が入力されると、特徴計算回路50は信号切り換え器39に指令を送り、2値化メモリ411aとマスク回路65を接続する。2値化メモリ411aの2値化処理画像はマスク回路65で2値化メモリ41bの2値化処理画像によりマスク処理され、白領域縮退回路62を経て、2値化メモリ63に格納される。特徴計算回路50は2値化メモリ63におけるこの画像の白領域の面積と白領域の個数を調べる。次に、特徴計算回路50は2値化メモリ412aとマスク回路65を接続し、同様の処理を行なう。最後に、特徴計算回路50は2値化メモリ413aとマスク回路65を接続し、同様の処理を行なう。次に、特徴計算回路50は2値化メモリ411a、412a、413aのそれぞれに接続した場合の、面積情報S1、S2、S3と個数情報N1、N2、N3を用いて、最適の結果を生み出した結果を選択し、以下、その閾値に対応した2値化メモリとマスク回路65を接続する。白領域の面積と個数を用いて、最適値を選

択する選択基準を以下に示す。個数情報N1、N2、N3が全て3以上の時、最小の個数を持つものを選択する。個数が同じ場合は、最小の面積を持つ結果を最適とする。N1、N2、N3の値が2であるものが存在すれば、個数N=2で、かつ最大の面積を持つ結果を最適とする。N1、N2、N3が全て2未満の時は、網膜反射像検出不能とし、再度最適閾値選択処理を行なう。

【0165】図53に眼鏡Aを掛けた場合の最適な閾値の選択の例を示す。N1=0、N2=2、N3=5、S1=0、S2=20、S3=40であるので、N=2である2値化メモリ412aによる結果を最適として選択する。

【0166】図54に眼鏡Bを掛けた場合の最適な閾値の選択の例を示す。N1=0、N2=2、N3=2、S1=0、S2=20、S3=30であり、N2=N3=2なので、S2とS3の大きさを比較する。S3の方が大きいので、2値化メモリ413aによる結果を最適として選択する。

【0167】なお、白領域の個数による選択理由は、個数が2個に近いほど、眼鏡の反射像を除去し、網膜反射像のみを抽出している可能性が高いからである。また、N=2の場合の面積による選択の理由は、面積が大きいほど、網膜反射像が抽出できている割合が高いからである。N=3以上の場合の面積による選択の理由は、面積が大きいほど、眼鏡反射像が混入している割合が高いからである。

【0168】なお、上記実施例33では網膜反射像抽出用の第1の閾値を3個設けたが、眼鏡反射像抽出用の第2の閾値を複数個設けて同様の処理を行なってもよい。

【0169】また、上記実施例33では白領域の縮退処理を行なったが、縮退処理を行わずに、白領域の形状で、閾値の最適値を判断してもよい。例えば、ドーナツ状の白領域を除いた白領域の個数や面積で判断してもよい。

【0170】実施例34. 上記実施例33では、複数の閾値による複数の2値化処理画像を用いて網膜反射像を抽出したが、閾値を変化させた処理結果をもとに、閾値を選択してもよい。図55は本発明の実施例34による画像処理装置を示す構成図である。図55において、特徴計算回路50は網膜反射像抽出のための閾値 $th1$ 、 $th12$ 、 $th13$ を順次、2値化処理回路C66に設定し、2値化メモリ63の画像を基に最適な閾値を設定する。なお、本実施例では眼鏡反射像検出用の閾値 $th2$ は一定である。

【0171】例えば、眼鏡Aを掛けた場合は、 $th11$ と $th2$ で処理すると、実施例33と同様に、結果はN1=0、S1=0となる。特徴計算回路50は2値化処理回路C66に $th12$ と $th2$ を設定し、結果N2=2、S2=20を得る。次に特徴計算回路50は2値化処理回路C66に $th13$ と $th2$ を設定し、結果N3

=5、S3=40を得る。特徴計算回路50は実施例33と同様の選択基準により最適な閾値 t_{h12} を選択する。眼鏡Bの場合は、同様に最適な閾値 t_{h13} を選択する。N1=0、N2=2、N3=5、S1=0、S2=20、S3=40であるので、N=2である2値化メモリ412aによる結果を最適として選択する。

【0172】なお、上記実施例34において、第1の閾値は3個でなくてもよいし、眼鏡反射像抽出用の第2の閾値を変化させるようにしてもよい。

【0173】また、上記各実施例1~29に対し、実施例33、34と同様、複数の閾値で画像処理を行い、最適な閾値を設定するようにしてもよい。

【0174】

【発明の効果】本発明の請求項1においては、特徴点抽出手段は、検出対象者の眼球からの反射像を抽出するための第1の閾値と、上記検出対象者が装着する装着物からの反射像を抽出するための第2の閾値とを有し、撮影画像をもとに第1の閾値と第2の閾値により処理した2値化処理画像の形より、眼球からの反射像を判別し、顔面上の特徴点を抽出するので、眼球の反射像と検出対象者の装着物による反射像とを確実に識別でき、検出対象者の特徴点抽出を精度よく行う画像処理装置が提供できる。

【0175】また、請求項2においては、特徴点抽出手段は、撮影画像をもとに第1の閾値と第2の閾値により処理した2値化処理画像を縮退して、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するので、請求項1の効果に加え、装着物の反射像の影響をさらに軽減でき、特徴点抽出精度が上がる効果がある。

【0176】また、請求項3においては、特徴点抽出手段は、撮影画像をもとに第1の閾値により処理した第1の2値化処理画像と、上記撮影画像をもとに第2の閾値により処理した第2の2値化処理画像とを用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するので、請求項1と同様の効果がある。

【0177】また、請求項4においては、照明光の有無を制御する照明光制御手段、照明光が有りの検出対象者の画像を出力する明撮影画像出力手段、照明光が無しの検出対象者の画像を出力する暗撮影画像出力手段、及び明撮影画像と暗撮影画像の差分画像を出力する差分画像出力手段を備え、特徴点抽出手段は、差分画像を第1の閾値、または第1の閾値と第2の閾値により処理した2値化処理画像を用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するので、請求項1の効果に加え、外乱光が変化したばあいに対する特徴点抽出精度が向上する。

【0178】また、請求項5においては、差分画像を第1の閾値により処理した第1の2値化処理画像と、明撮影画像を第2の閾値により処理した第2の2値化処理画像とを用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点とし

て抽出するので、請求項4と同様の効果がある。

【0179】また、請求項6においては、照明光の強弱または光入力手段の入力ゲインを制御する照明光制御手段、照明光が強または入力ゲインが大きい検出対象者の画像を出力する明撮影画像出力手段、照明光が弱または入力ゲインが小さい検出対象者の画像を出力する暗撮影画像出力手段、明撮影画像と暗撮影画像の差分画像を出力する差分画像出力手段を備え、特徴点抽出手段は、差分画像を第1の閾値、または第1の閾値と第2の閾値により処理した2値化処理画像を用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するので、装着物の反射像の影響を消すように動作し、請求項1の効果に加え、特徴点抽出精度がさらに向上する。

【0180】また、請求項7においては、特徴点抽出手段は、i番目に撮影した暗撮影画像と、i-1番目に撮影した明撮影画像と、i-2番目に撮影した暗撮影画像とを用いて、上記i-1番目に撮影した明撮影画像から上記i番目に撮影した暗撮影画像を差分処理して得られた第1の差分画像と、上記i-1番目に撮影した明撮影画像から上記i-2番目に撮影した暗撮影画像を差分処理して得られた第2の差分画像とを求め、第1の差分画像及び第2の差分画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するので、請求項6の効果に加え、検出対象者の顔面が動いた場合においても、特徴点抽出が正確にでき、抽出精度が下らない。

【0181】また、請求項8においては、特徴点抽出手段は、i番目に撮影した暗撮影画像と、i-1番目に撮影した明撮影画像と、i-2番目に撮影した暗撮影画像とを用いて、上記i-1番目に撮影した明撮影画像から、上記i番目に撮影した暗撮影画像と、上記i-2番目に撮影した暗撮影画像とを差分処理して得られた差分画像を求め、上記差分画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するので、請求項7と同様の効果がある。

【0182】また、請求項9においては、検出対象者の顔面を含む所定領域を光入力手段と同軸で照明する同軸照明手段、検出対象者の顔面を含む所定領域を上記光入力手段と非同軸で照明する非同軸照明手段、同軸照明手段と非同軸照明手段の発光の有無を制御する照明光制御手段、同軸照明光による検出対象者の画像を出力する同軸画像出力手段、非同軸照明光による検出対象者の画像を出力する非同軸画像出力手段、同軸画像と非同軸画像の差分画像を出力する差分画像出力手段を備え、特徴点抽出手段は、差分画像を、第1の閾値、または第1の閾値と第2の閾値により処理した2値化処理画像を用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するので、請求項1の効果に加え、外乱光が変化したばあいに対する特徴点抽出精度が向上する。

【0183】また、請求項10においては、特徴点抽出手段は、i番目に撮影した非同軸画像と、i-1番目に

撮影した同軸画像と、 $i-2$ 番目に撮影した非同軸画像とを用いて、上記 $i-1$ 番目に撮影した同軸画像から上記 i 番目に撮影した非同軸画像を差分処理して得られた第 1 の差分画像と、上記 $i-1$ 番目に撮影した同軸画像から上記 $i-2$ 番目に撮影した非同軸画像を差分処理して得られた第 2 の差分画像とを求め、第 1 の差分画像及び第 2 の差分画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するので、請求項 9 の効果に加え、検出対象者の顔面が動いた場合においても、特徴点抽出が正確にでき、抽出精度が下がらない。

【0184】また、請求項 11 においては、特徴点抽出手段は、 i 番目に撮影した非同軸画像と、 $i-1$ 番目に撮影した同軸画像と、 $i-2$ 番目に撮影した非同軸画像とを用いて、上記 $i-1$ 番目に撮影した同軸画像から、上記 i 番目に撮影した非同軸画像と上記 $i-2$ 番目に撮影した非同軸画像とを差分処理して得られた差分画像を求め、上記差分画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するので、請求項 10 と同様の効果がある。

【0185】また、請求項 12 においては、特徴点抽出手段は、上記差分画像を第 1 の閾値により処理した第 1 の 2 値化処理画像と、暗撮影画像または非同軸画像を第 2 の閾値により処理した第 2 の 2 値化処理画像とを用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するので、請求項 6 または請求項 9 の効果に加え、装着物の反射像の影響を軽減できるので、特徴点抽出精度が上がる。

【0186】また、請求項 13 においては、特徴点抽出手段は、第 1 の差分画像を第 1 の閾値により処理した第 1 の差分処理画像と、第 2 の差分画像を第 1 の閾値により処理した第 2 の差分処理画像とを用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するので、請求項 7 または請求項 10 の効果に加え、簡単な画像演算で特徴点を抽出できる効果がある。

【0187】また、請求項 14 においては、照明光の強弱または光入力手段の入力ゲインを制御する照明光制御手段、照明光が強または入力ゲインが大の検出対象者の画像を出力する明撮影画像出力手段、照明光が弱または入力ゲインが小の検出対象者の画像を出力する暗撮影画像出力手段を備え、特徴点抽出手段は、明撮影画像を第 1 の閾値により処理した第 1 の 2 値化処理画像と、暗撮影画像を第 2 の閾値により処理した第 2 の 2 値化処理画像とを用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するので、請求項 6 の効果に加え、濃淡画像の差分処理が無くなる結果、画像用のメモリ容量が小さくなり、処理回路が簡単になって装置が小型で安価になる効果がある。

【0188】また、請求項 15 においては、特徴点抽出手段は、 i 番目に撮影した暗撮影画像の 2 値化処理画像と、 $i-1$ 番目に撮影した明撮影画像の 2 値化処理画像

と、 $i-2$ 番目に撮影した暗撮影画像の 2 値化処理画像とを用いて、上記 $i-1$ 番目に撮影した明撮影画像の 2 値化処理画像を上記 i 番目に撮影した暗撮影画像の 2 値化処理画像でマスク処理して得られた第 1 のマスク画像と、上記 $i-1$ 番目に撮影した明撮影画像の 2 値化処理画像を上記 $i-2$ 番目に撮影した暗撮影画像の 2 値化処理画像でマスク処理して得られた第 2 のマスク画像とを求め、第 1 のマスク画像及び第 2 のマスク画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するの

10 で、請求項 7 の効果に加え、画像用のメモリ容量が小さくなり、処理回路が簡単になって装置が小型で安価になる効果がある。

【0189】また、請求項 16 においては、特徴点抽出手段は、 i 番目に撮影した暗撮影画像の 2 値化処理画像と、 $i-1$ 番目に撮影した明撮影画像の 2 値化処理画像と、 $i-2$ 番目に撮影した暗撮影画像の 2 値化処理画像とを用いて、上記 $i-1$ 番目に撮影した明撮影画像の 2 値化処理画像を、上記 i 番目に撮影した暗撮影画像の 2 値化処理画像と、上記 $i-2$ 番目に撮影した暗撮影画像の 2 値化処理画像とで、マスク処理して得られたマスク画像を求め、上記マスク画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するので、請求項 15 と同様の効果がある。

【0190】また、請求項 17 においては、検出対象者の顔面を含む所定領域を光入力手段と同軸で照明する同軸照明手段、検出対象者の顔面を含む所定領域を光入力手段と非同軸で照明する非同軸照明手段、同軸照明手段と非同軸照明手段の発光の有無を制御する照明光制御手段、同軸照明光による検出対象者の画像を出力する同軸画像出力手段、非同軸照明光による検出対象者の画像を出力する非同軸画像出力手段を備え、特徴点抽出手段は、同軸画像を第 1 の閾値により処理した第 1 の 2 値化処理画像と、非同軸画像を第 2 の閾値により処理した第 2 の 2 値化処理画像とを用いて、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するので、請求項 9 の効果に加え、濃淡画像の差分処理が無くなる結果、画像用のメモリ容量が小さくなり、処理回路が簡単になって装置が小型で安価になる効果がある。

【0191】また、請求項 18 においては、特徴点抽出手段は、 i 番目に撮影した非同軸画像の 2 値化処理画像と、 $i-1$ 番目に撮影した同軸画像の 2 値化処理画像と、 $i-2$ 番目に撮影した非同軸画像の 2 値化処理画像とを用いて、上記 $i-1$ 番目に撮影した同軸画像の 2 値化処理画像を上記 i 番目に撮影した非同軸画像の 2 値化処理画像でマスク処理して得られた第 1 のマスク画像と、上記 $i-1$ 番目に撮影した同軸画像の 2 値化処理画像を上記 $i-2$ 番目に撮影した非同軸画像の 2 値化処理画像でマスク処理して得られた第 2 のマスク画像とを求め、第 1 のマスク画像及び第 2 のマスク画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するので、

請求項10の効果に加え、画像用のメモリ容量が小さくなり、処理回路が簡単になって装置が小型で安価になる効果がある。

【0192】また、請求項19においては、特徴点抽出手段は、 i 番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像と、 $i-1$ 番目に撮影した同軸画像の2値化処理画像と、 $i-2$ 番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像とを用いて、上記 $i-1$ 番目に撮影した同軸画像の2値化処理画像を、上記 i 番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像と上記 $i-2$ 番目に撮影した非同軸画像の2値化処理画像でマスク処理して得られたマスク画像を求め、上記マスク画像により、眼球からの反射像を顔面上の特徴点として抽出するので、請求項18と同様の効果がある。

【0193】また、請求項20においては、特徴点抽出手段は、第2の2値化処理画像で第1の2値化処理画像をマスク処理することによって第3の2値化処理画像を得、第3の2値化処理画像をもとに顔面上の特徴点を抽出するので、簡単な画像演算で特徴点を抽出できる効果がある。

【0194】また、請求項21においては、差分処理される画像またはマスク処理される画像を縮退処理するので、装着物の反射像の影響を軽減でき、特徴点抽出精度が上がる。

【0195】また、請求項22においては、差分処理する画像またはマスク処理する画像を拡大処理するので、装着物の反射像の影響を軽減でき、特徴点抽出精度が上がる。

【0196】また、請求項23においては、同軸照明と非同軸照明の位置関係に対応して拡大または縮退処理に方向性を持たせるので、装着物の反射像の影響をさらに軽減でき、特徴点抽出精度が上がる。

【0197】また、請求項24においては、照明手段は検出対象者の顔面を含む所定領域を光入力手段とほぼ同軸で照明するように配置されたので、ブルキニエ像だけでなく、網膜反射像も特徴点として抽出でき、抽出できる特徴点が増える。

【0198】また、請求項25においては、検出対象者の装着物の有無を判定する装着物判定手段を有し、特徴点抽出手段は、上記装着物判定手段の判定結果により、装着用の画像処理と非装着用の画像処理とを切り換える、または各画像処理による処理結果を選択するので、眼鏡装着の有無により最適な画像処理を選択でき、特徴点抽出の精度が上がる。

【0199】また、請求項26においては、装着物判定手段は照明光による反射像の数または最大輝度により装着物の有無を検出するので、眼鏡装着の有無を精度よく判定でき、特徴点抽出精度が上がる。

【0200】また、請求項27においては、装着物の有無によって撮影方法を変化させるので、眼鏡装着時でも

裸眼時でも正しく特徴点を抽出することができる。

【0201】また、請求項28においては、特徴点抽出手段は、装着物の装着用の画像処理と非装着用の画像処理とを有し、画像処理結果によってどちらか一方の画像処理結果を選択するので、装着物の有無の2つの処理結果から最適な特徴抽出結果を選択でき、特徴点抽出の精度が上がる。

【0202】また、請求項29においては、特徴点抽出手段は、撮影画像、検出対象者近傍の照度、または2値化処理画像をもとに、第1の閾値と第2の閾値を決定するので、2値化の閾値を最適に決定でき、特徴点抽出の精度が上がる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例1による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図2】 本発明の実施例1による居眠り検出装置の動作を説明する説明図である。

【図3】 本発明の実施例1による居眠り検出装置の動作を示すフローチャートである。

【図4】 本発明の実施例1による居眠り検出装置の動作を説明する説明図である。

【図5】 本発明の実施例1による居眠り検出装置の動作を説明する説明図である。

【図6】 本発明の実施例2による脇見検出装置を示す構成図である。

【図7】 本発明の実施例2による脇見検出装置の動作を説明する説明図である。

【図8】 本発明の実施例2による脇見検出装置の動作を説明する説明図である。

【図9】 本発明の実施例3による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図10】 本発明の実施例3による居眠り検出装置の動作を説明する説明図である。

【図11】 本発明の実施例3による居眠り検出装置の動作を説明する説明図である。

【図12】 本発明の実施例4による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図13】 本発明の実施例4による居眠り検出装置の動作を説明する説明図である。

【図14】 本発明の実施例4による居眠り検出装置の動作を説明する説明図である。

【図15】 本発明の実施例5による画像処理装置を示す構成図である。

【図16】 本発明の実施例6による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図17】 本発明の実施例7による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図18】 本発明の実施例8による居眠り検出装置の動作を説明する説明図である。

【図19】 本発明の実施例8による居眠り検出装置を

示す構成図である。

【図20】 本発明の実施例8による居眠り検出装置の動作を説明する説明図である。

【図21】 本発明の実施例8による居眠り検出装置の動作を説明する説明図である。

【図22】 本発明の実施例9による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図23】 本発明の実施例10による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図24】 本発明の実施例11による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図25】 本発明の実施例12による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図26】 本発明の実施例12に係わるCCDカメラの入出力特性を示す特性図である。

【図27】 本発明の実施例12による居眠り検出装置の動作を説明する説明図である。

【図28】 本発明の実施例13による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図29】 本発明の実施例13による居眠り検出装置の動作を説明する説明図である。

【図30】 本発明の実施例14による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図31】 本発明の実施例16による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図32】 本発明の実施例17による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図33】 本発明の実施例19による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図34】 本発明の実施例20による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図35】 本発明の実施例21による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図36】 本発明の実施例21による居眠り検出装置の動作を説明する説明図である。

【図37】 本発明の実施例22による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図38】 本発明の実施例22による居眠り検出装置の動作を説明する説明図である。

【図39】 本発明の実施例23による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図40】 本発明の実施例24による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図41】 本発明の実施例24による居眠り検出装置の動作を説明する説明図である。

【図42】 本発明の実施例25による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図43】 本発明の実施例26による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図44】 本発明の実施例27による居眠り検出装置

を示す構成図である。

【図45】 本発明の実施例28による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図46】 本発明の実施例28による他の居眠り検出装置を示す構成図である。

【図47】 本発明の実施例28によるさらに他の居眠り検出装置を示す構成図である。

【図48】 本発明の実施例30による居眠り検出装置を示す構成図である。

【図49】 本発明の実施例30による他の居眠り検出装置を示す構成図である。

【図50】 本発明の実施例31による居眠り検出装置の動作を説明する説明図である。

【図51】 本発明の実施例31による他の居眠り検出装置の動作を説明する説明図である。

【図52】 本発明の実施例33による画像処理装置を示す構成図である。

【図53】 本発明の実施例33による画像処理装置の動作を説明する説明図である。

【図54】 本発明の実施例33による画像処理装置の動作を説明する説明図である。

【図55】 本発明の実施例34による画像処理装置を示す構成図である。

【図56】 従来の目の位置検出装置を示す構成図である。

【図57】 従来の居眠り検出装置を示す構成図である。

【図58】 従来の居眠り検出装置の動作を説明する説明図である。

【図59】 従来の居眠り検出装置の動作を示すフローチャートである。

【図60】 従来の居眠り検出装置の動作を説明する説明図である。

【図61】 眼鏡による反射像の影響を説明する説明図である。

【図62】 眼鏡による反射像の影響を説明する説明図である。

【符号の説明】

1 検出対象者、6 網膜反射像、8 レンズ反射像、9 眼鏡枠反射像、10 CCDカメラ、12 ハーフミラー、13、13a、13b、13c 赤外線LED、15 スイッチ、30、30a、30b、30c、30d、30e、30f、30g、30h、30I、30J 画像メモリ、31 タイミング発生回路、32 縮退処理回路、33 拡大処理回路、34 差分回路、35 第1の差分回路、36 第2の差分回路、37 AND回路、38 差分回路、39 信号切り換え器、40a 第1の2値化処理回路、40b 第2の2値化処理回路、41a 第1の2値化メモリ、41b 第2の2値化メモリ、41c 第3の2値化メモリ、41d、

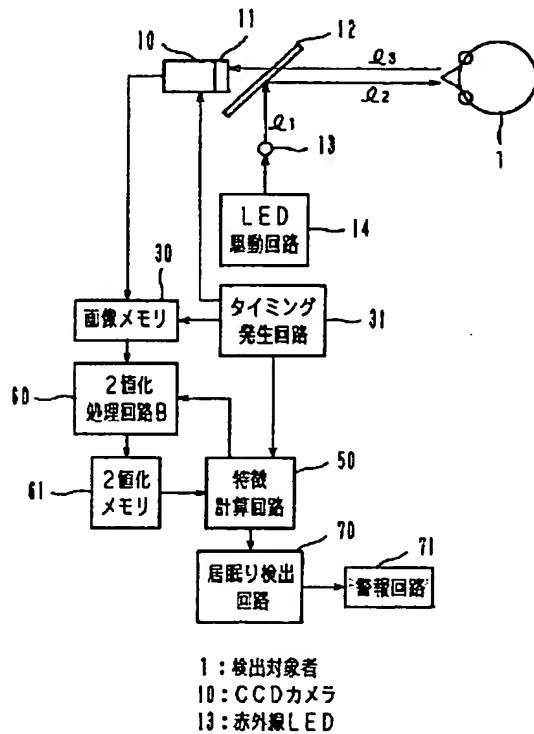
45

41e, 41f, 41g, 41h 2値化メモリ、50 特徴計算回路、60 2値化処理回路B、61 2値化メモリ、62 白領域縮退処理回路、63 2値化メモリ、64 ヒストグラム演算回路、65 マスク回路、

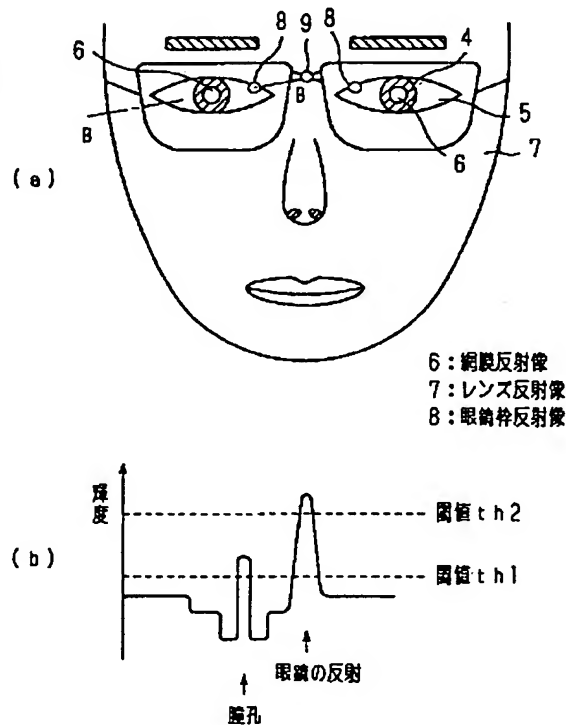
46

66 2値化処理回路C、67 白領域拡大処理回路、68 2値化メモリ、69 眼鏡装着判定手段、70 居眠り検出回路、71 警報回路、72 脇見検出回路、80 エッジ抽出回路、81 画像メモリ。

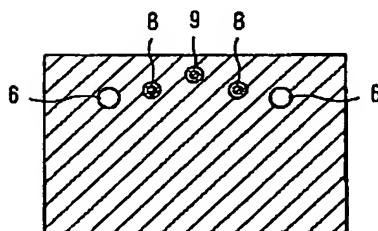
【図1】



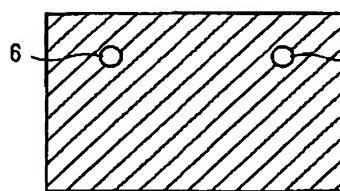
【図2】



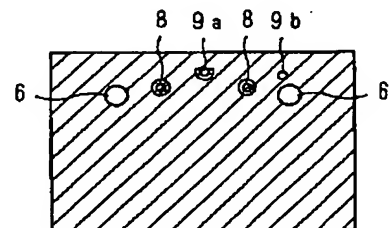
【図4】



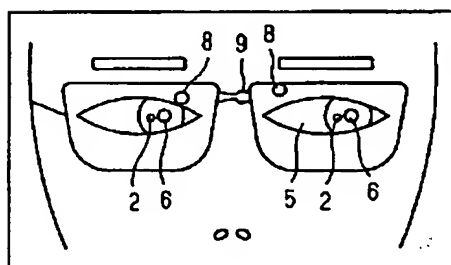
【図5】



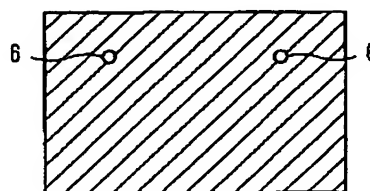
【図10】



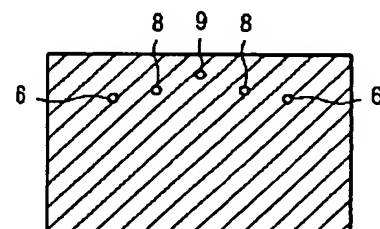
【図8】



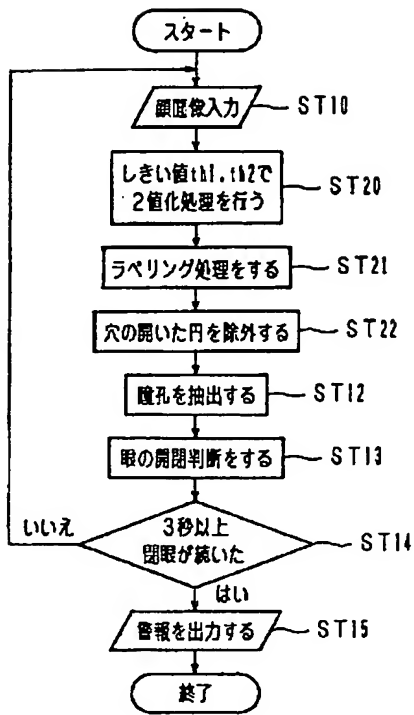
【図11】



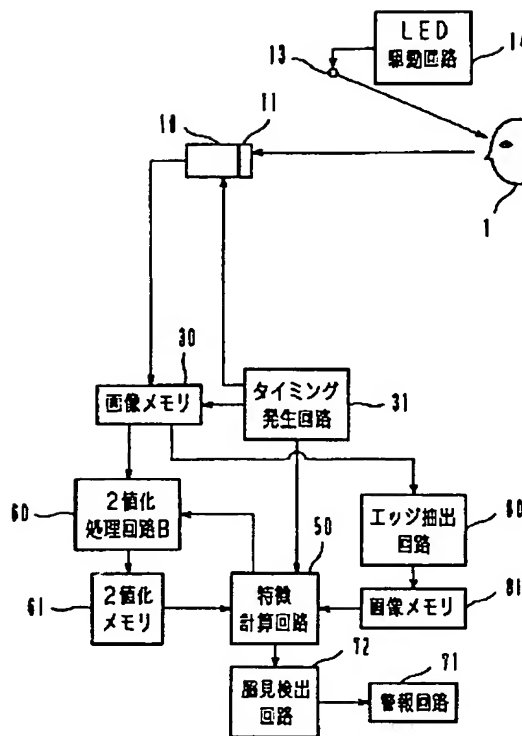
【図13】



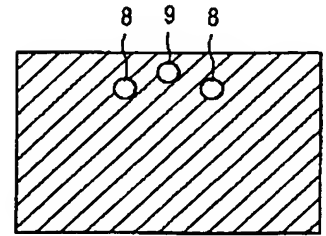
【図3】



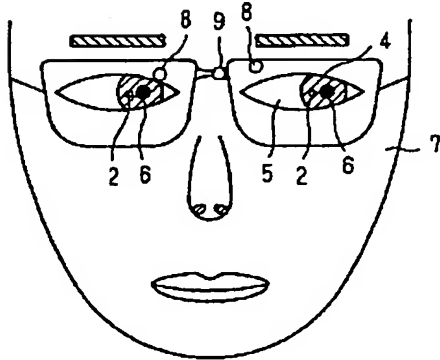
【図6】



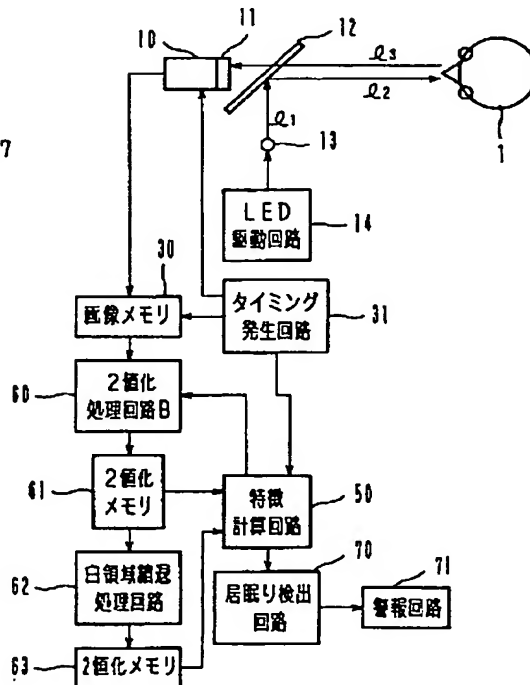
【図14】



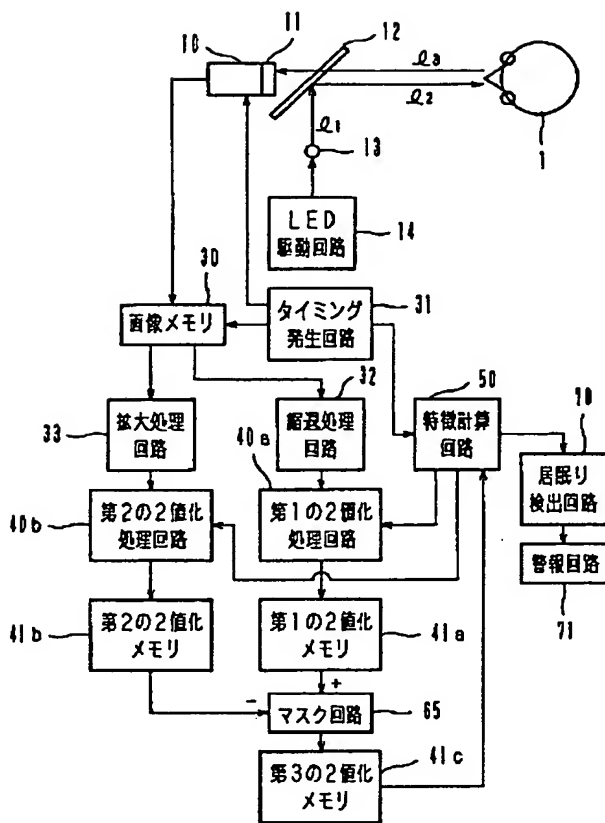
【図7】



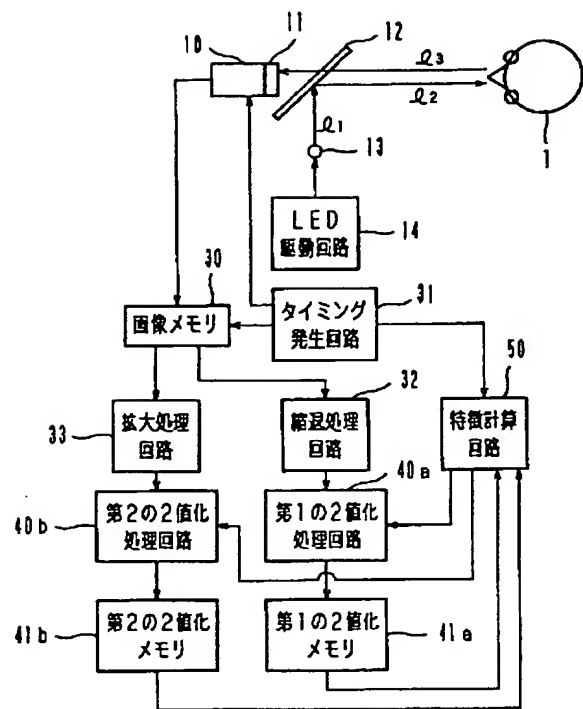
【図9】



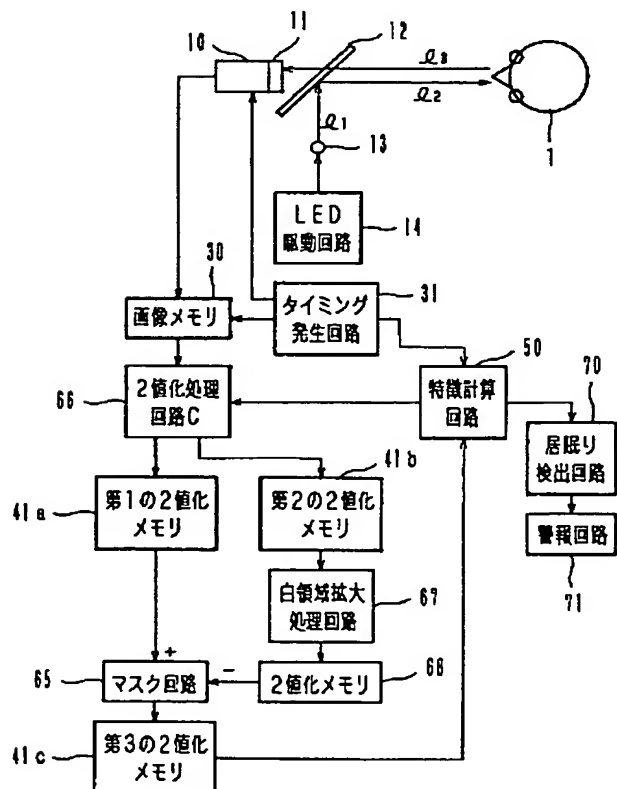
【図12】



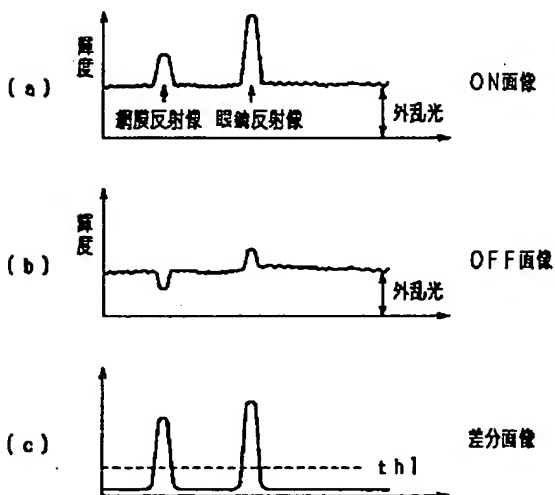
【図15】



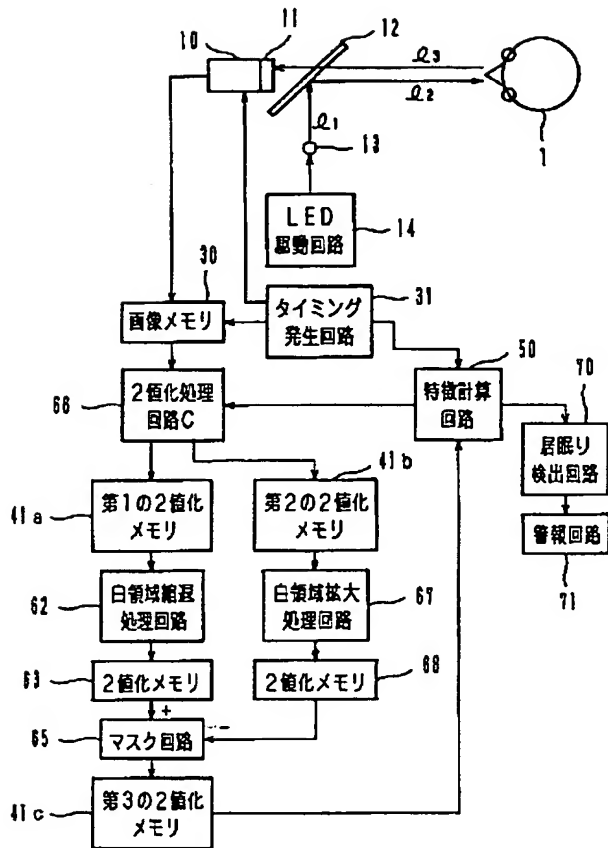
【図16】



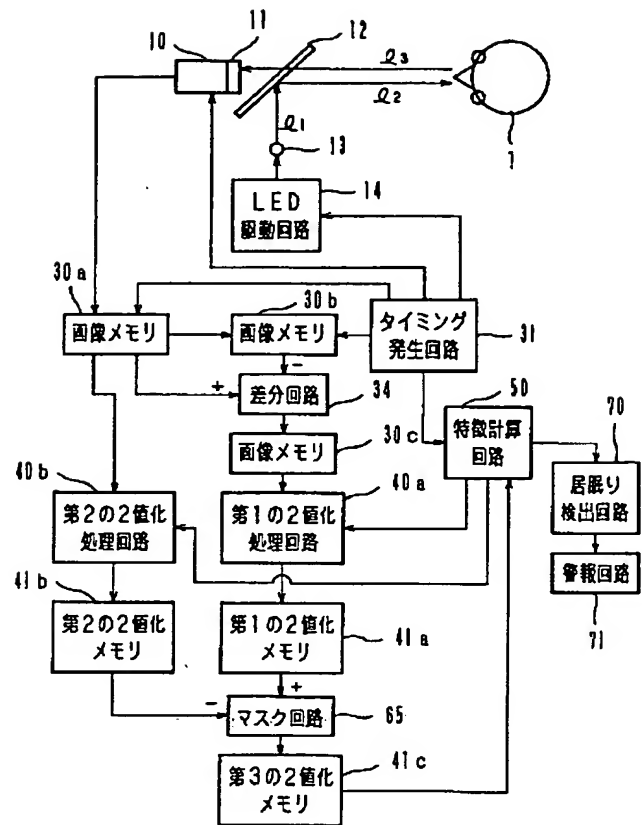
【図18】



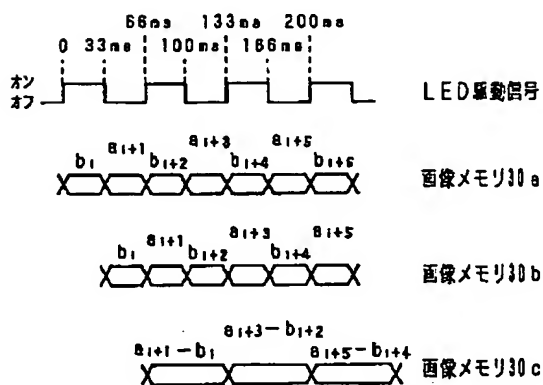
【図17】



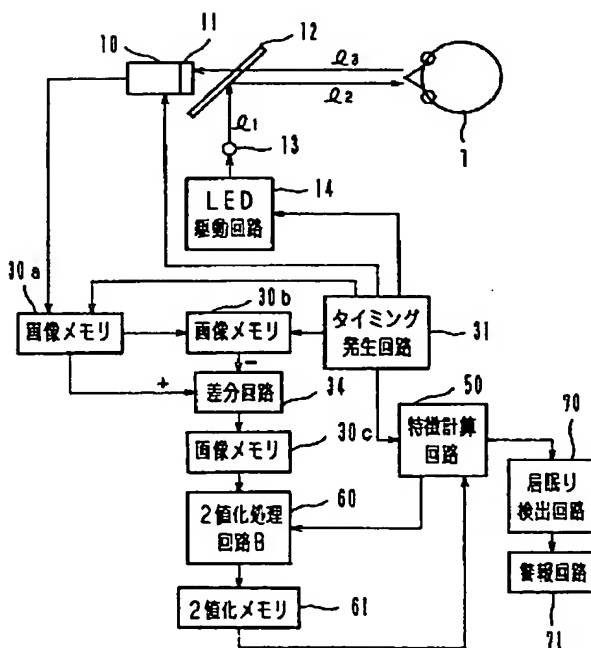
【図19】



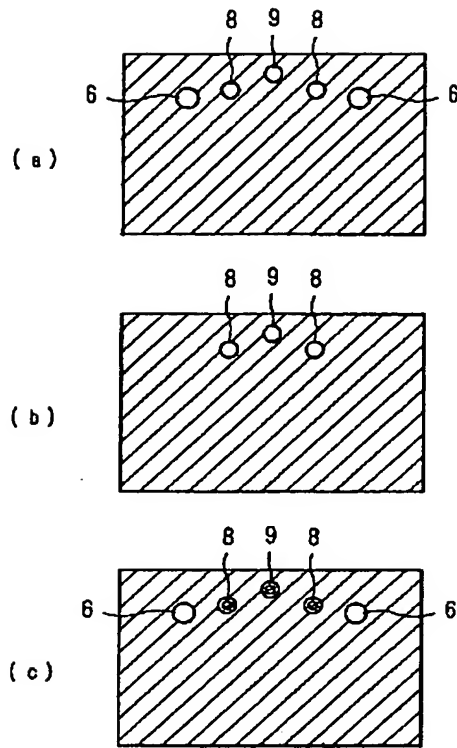
【図20】



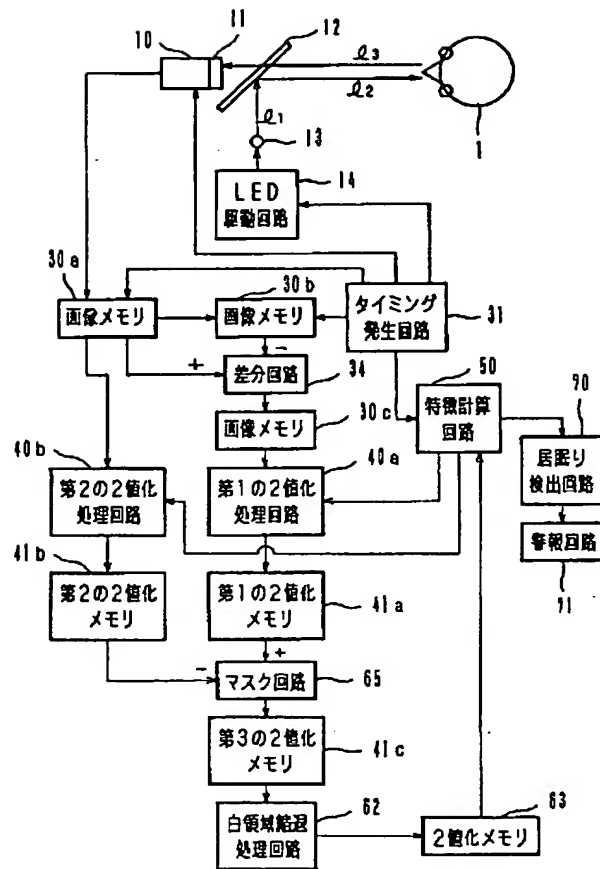
【図24】



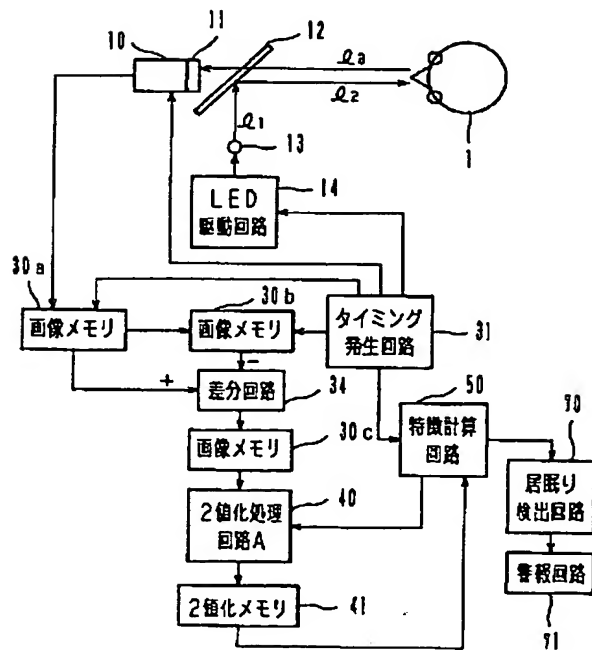
【図21】



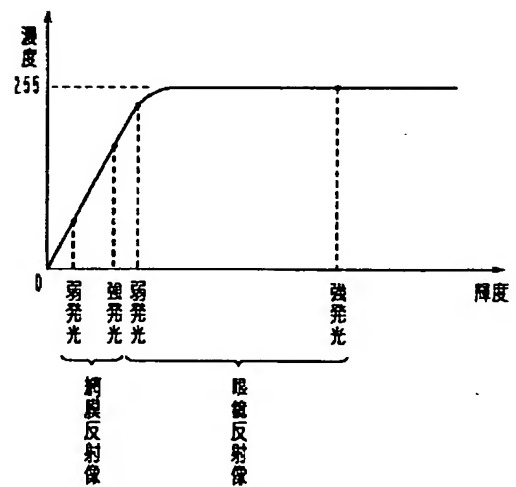
【図22】



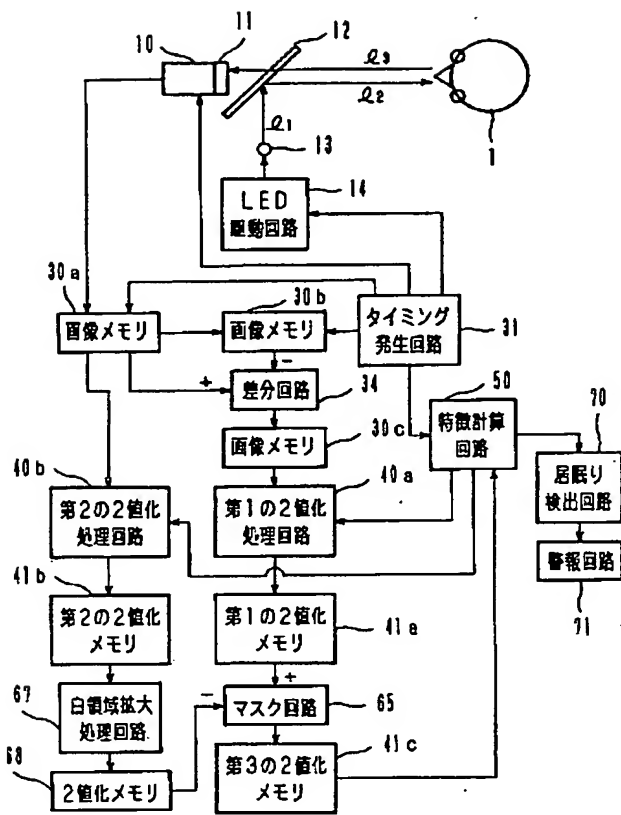
【図25】



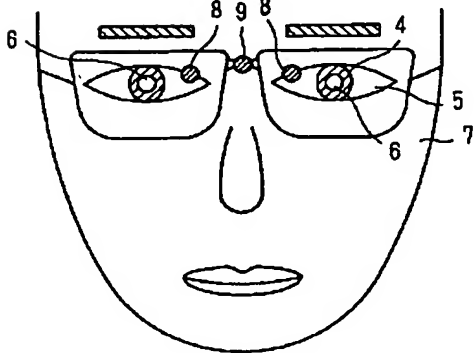
【図26】



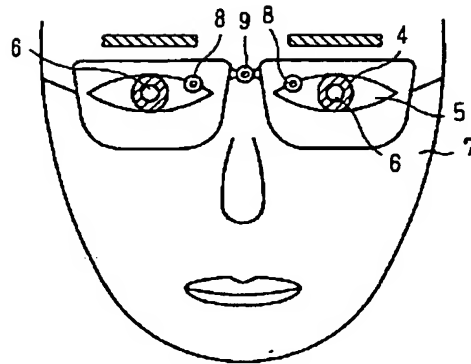
【図23】



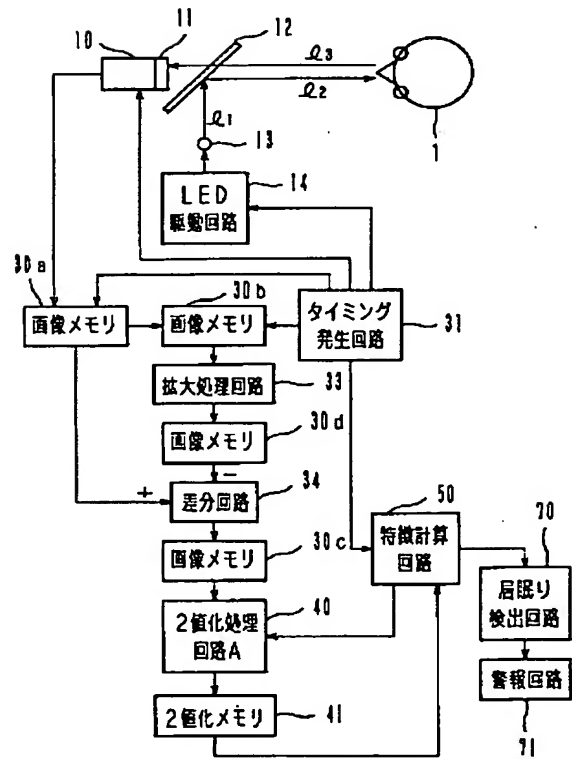
【図29】



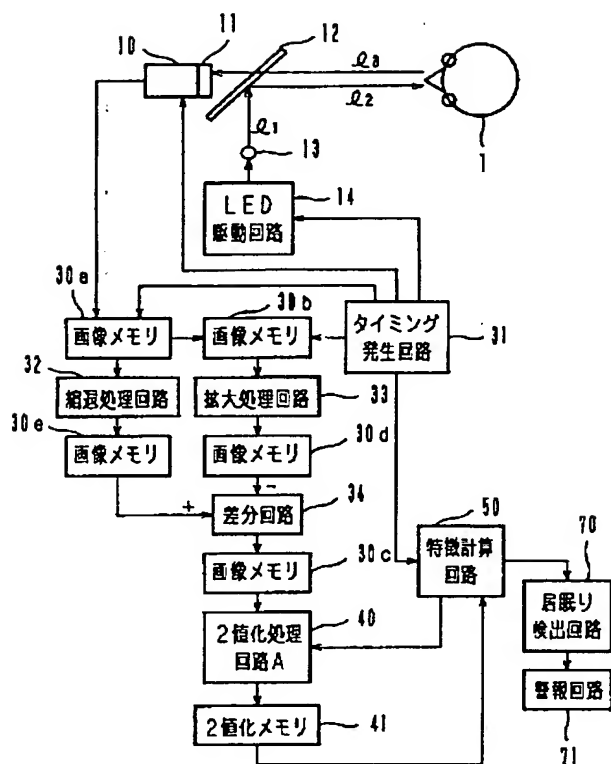
【図27】



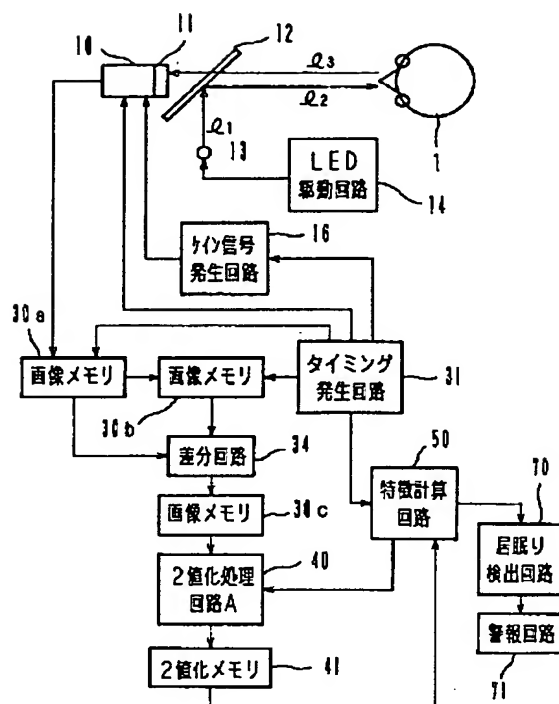
【図28】



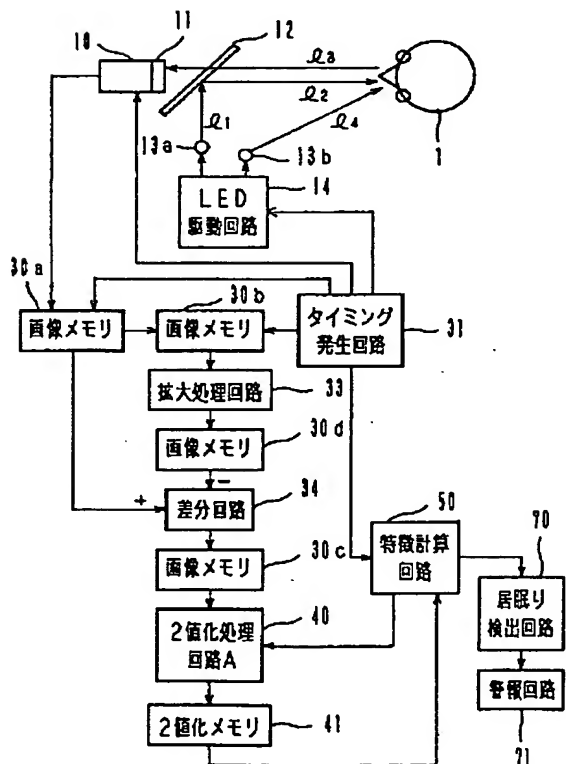
【図30】



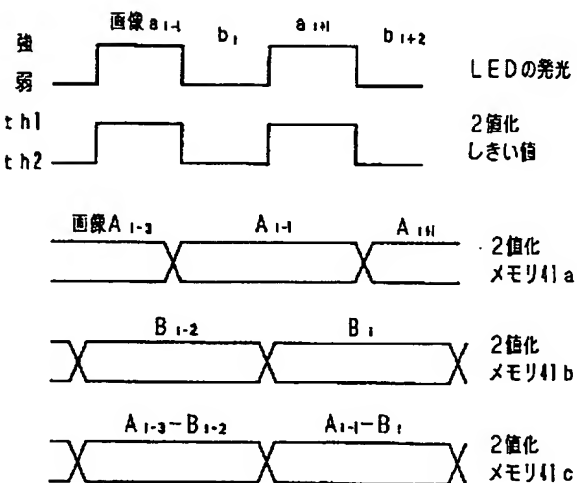
【図31】



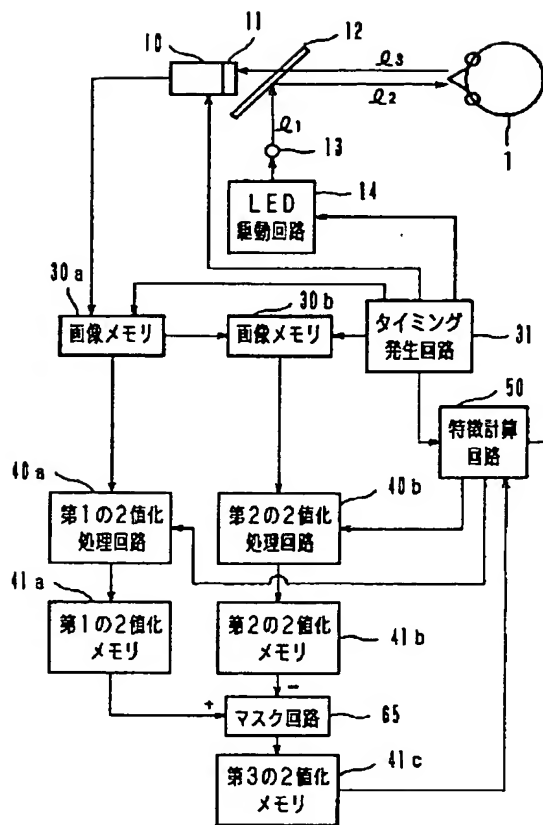
【図32】



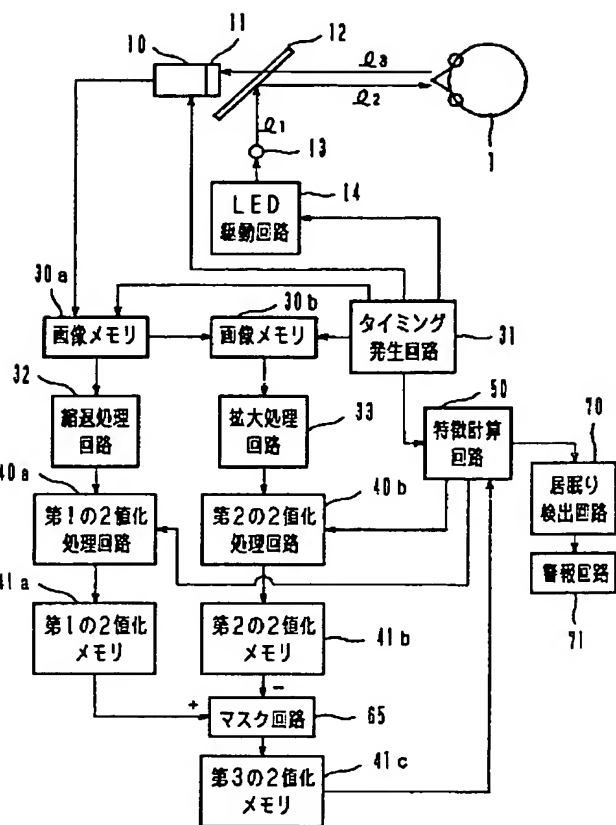
【図36】



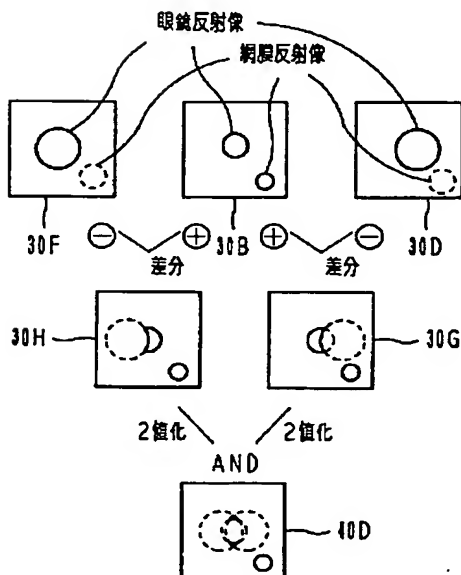
【図33】



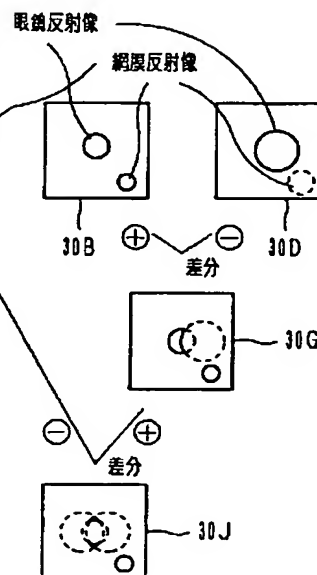
【図34】



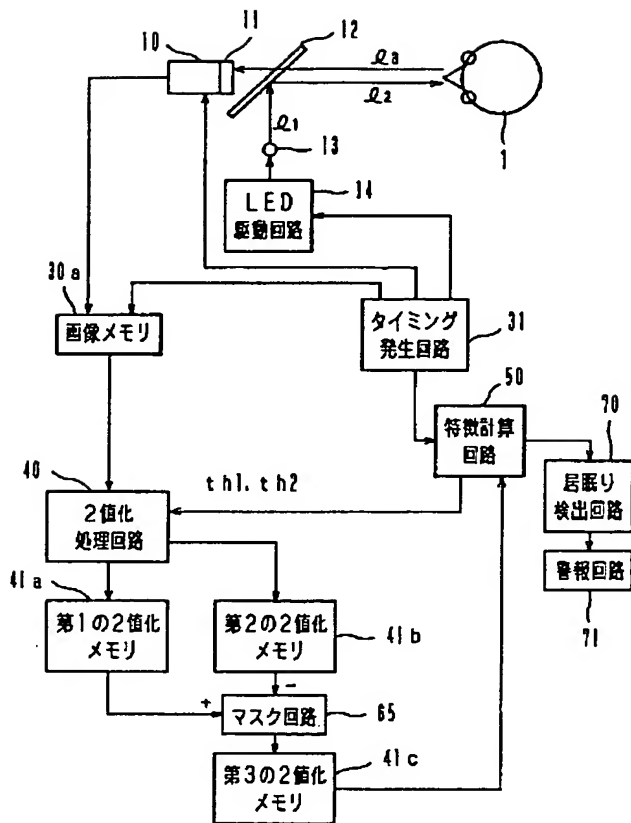
【図38】



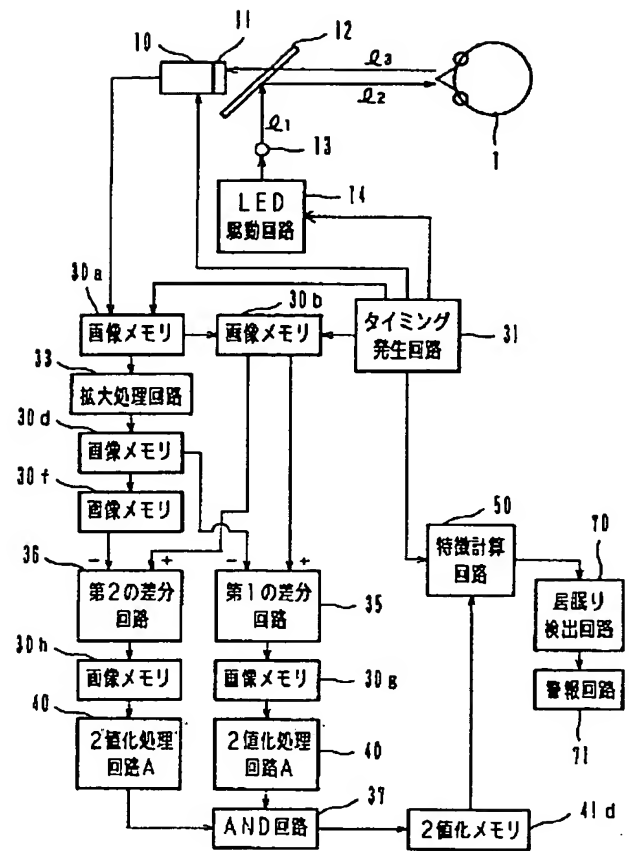
【図41】



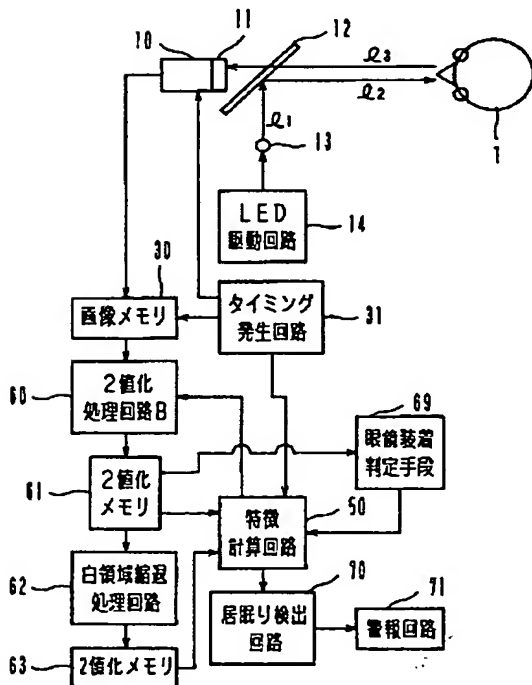
【図35】



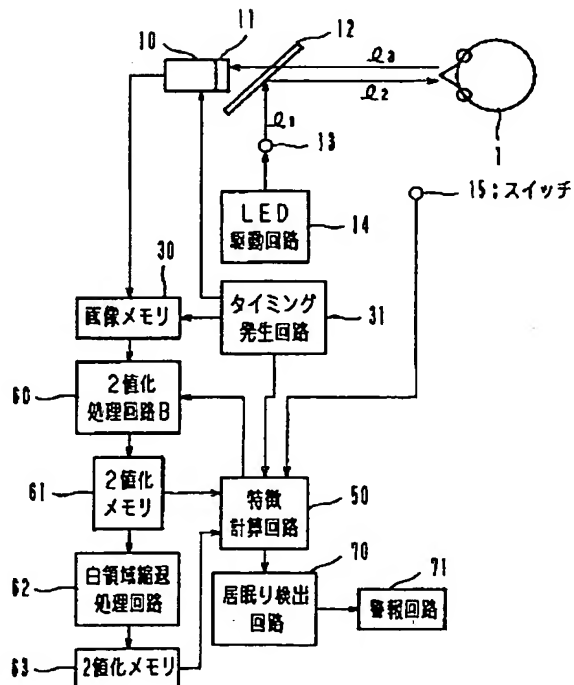
【図37】



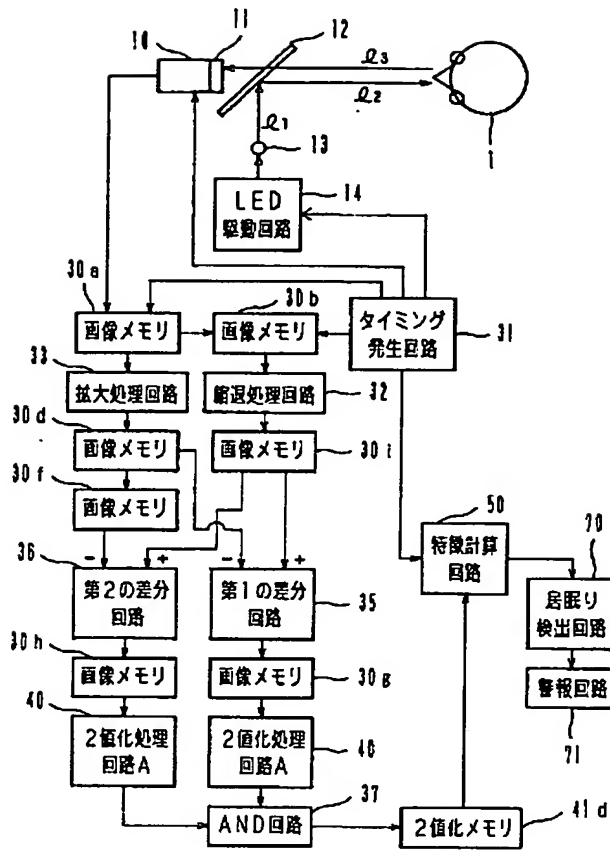
【図45】



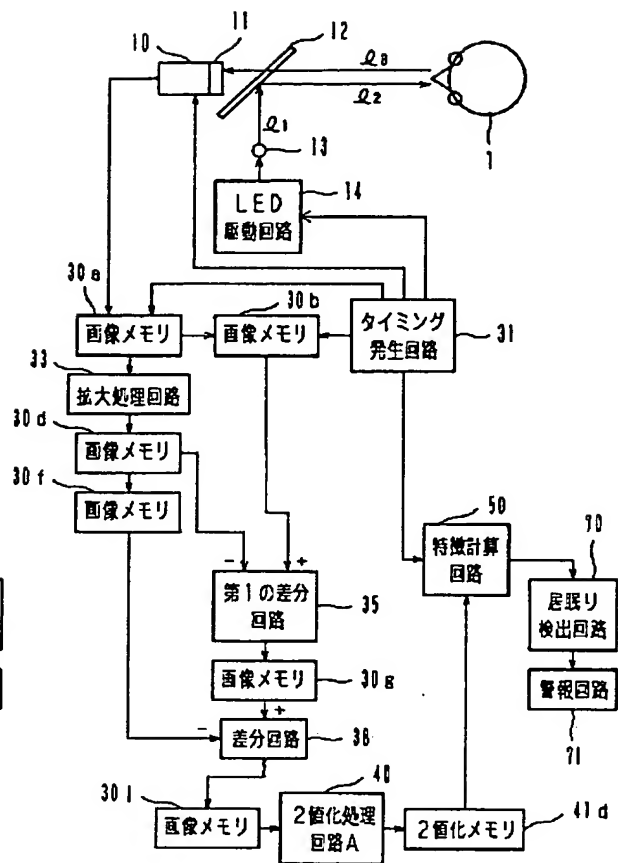
【図46】



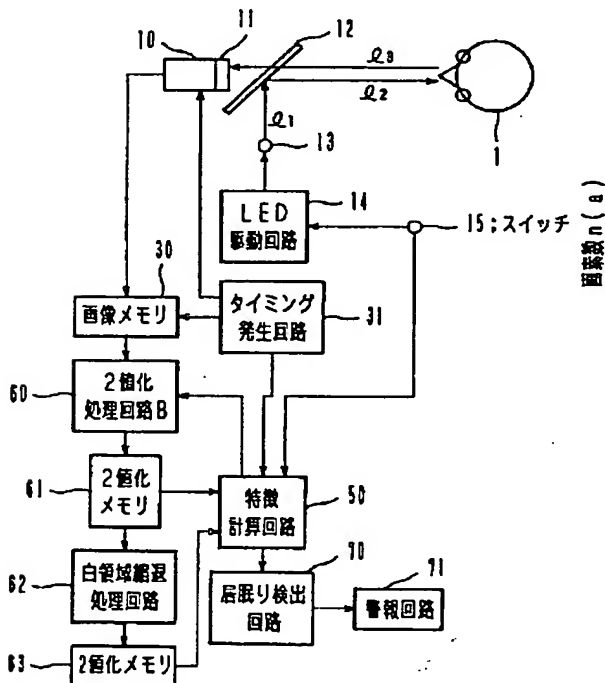
【図39】



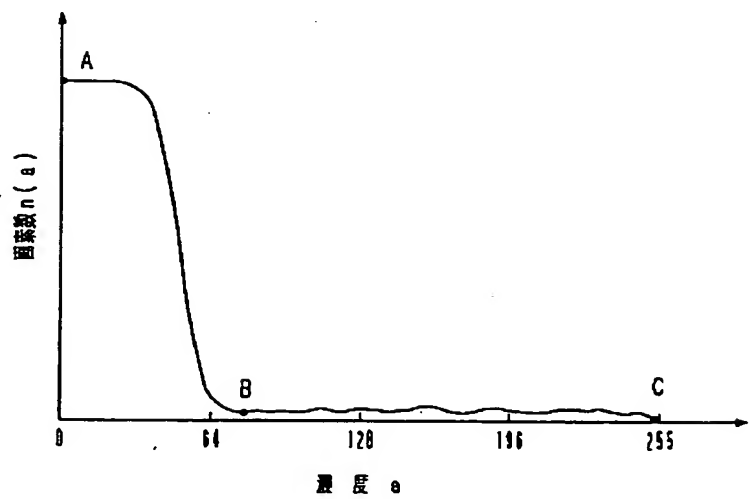
【図40】



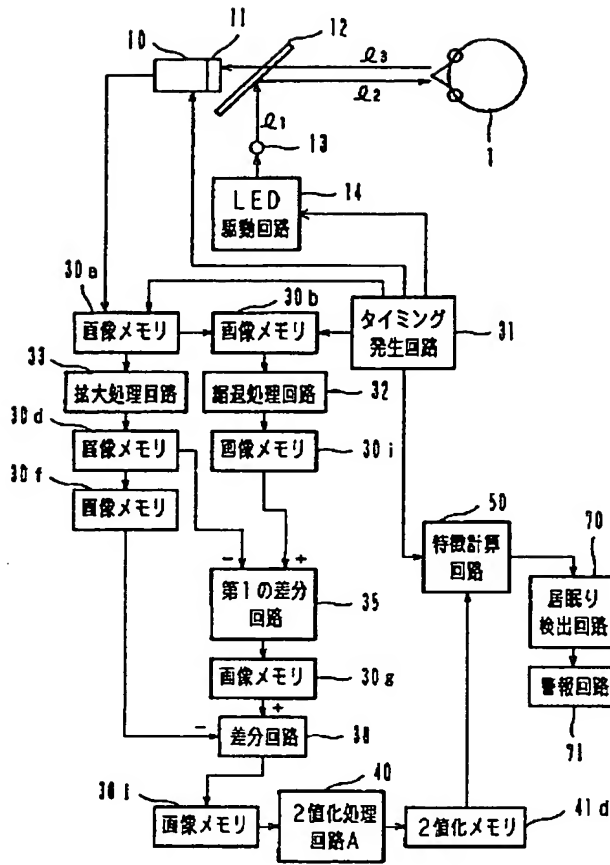
【図47】



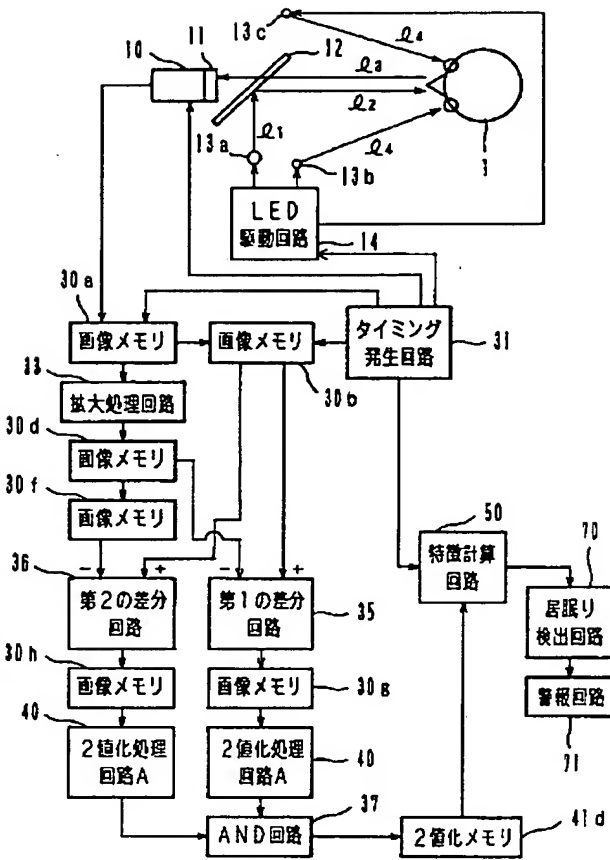
【図50】



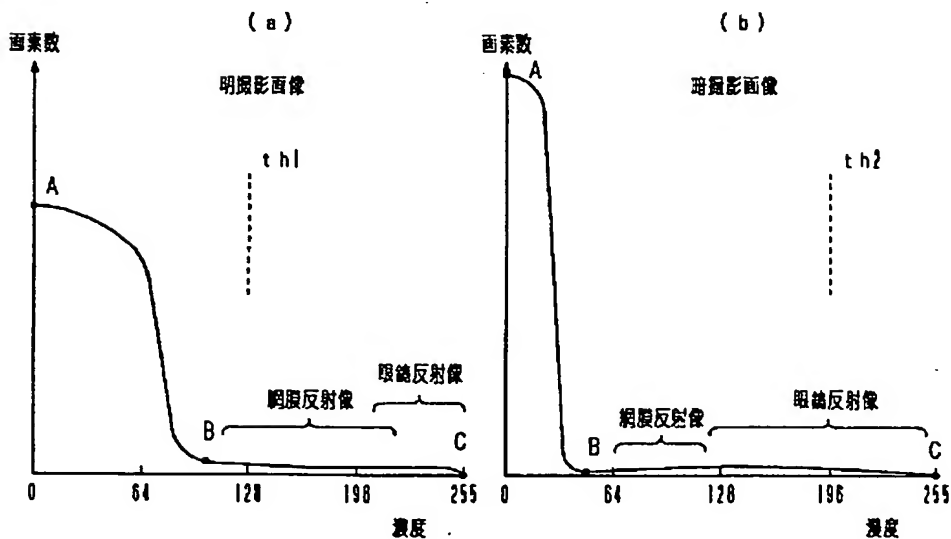
【図42】



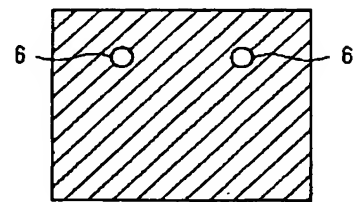
【図43】



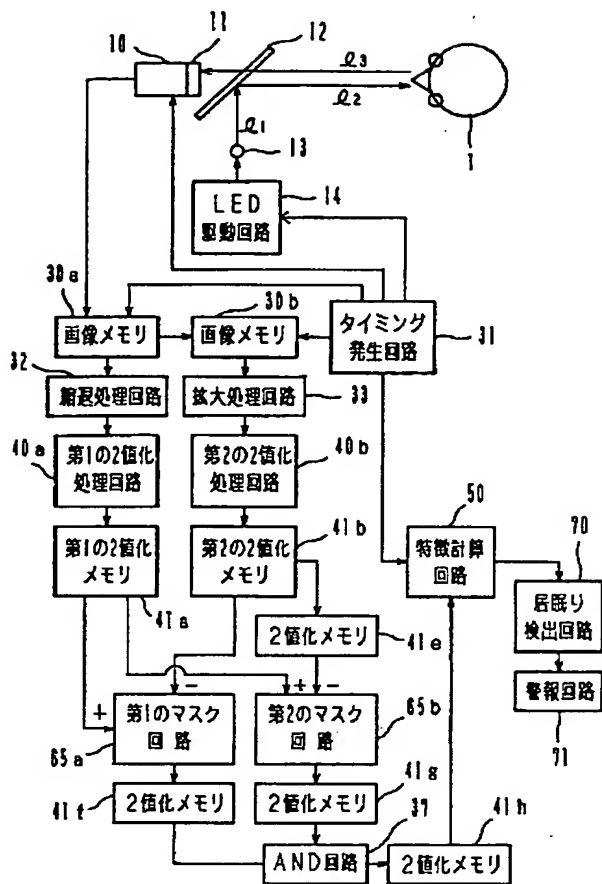
【図51】



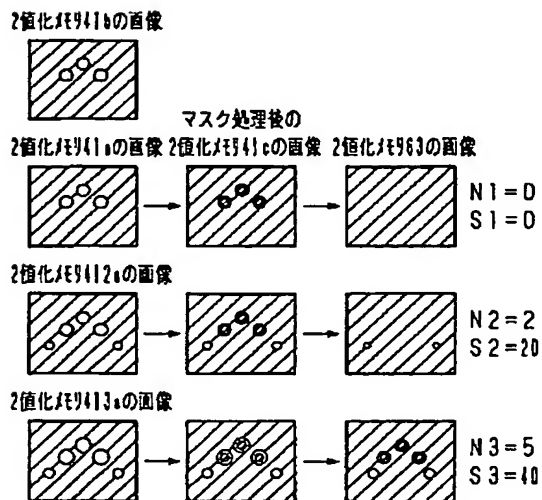
【図60】



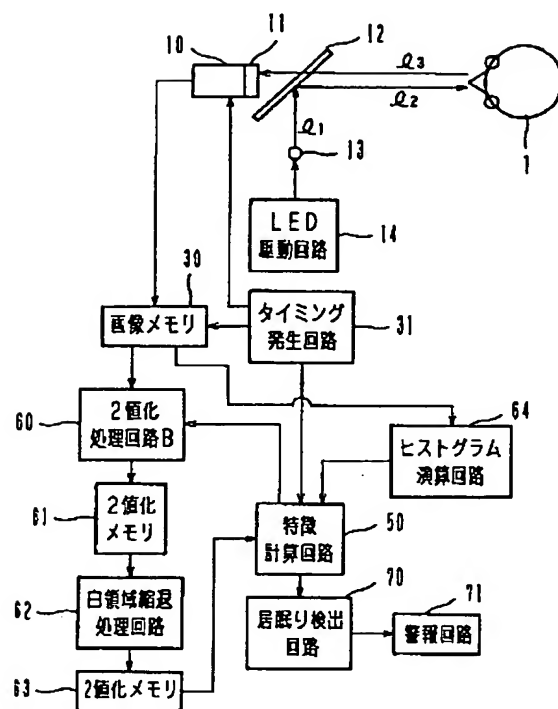
【図44】



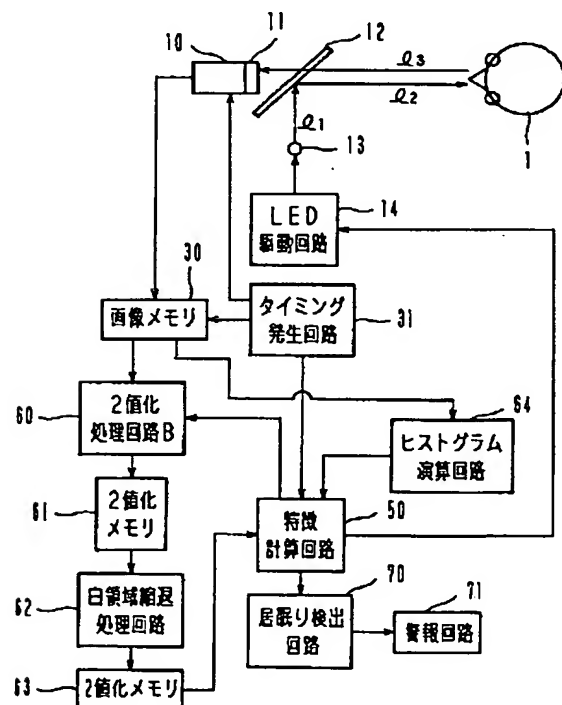
【図53】



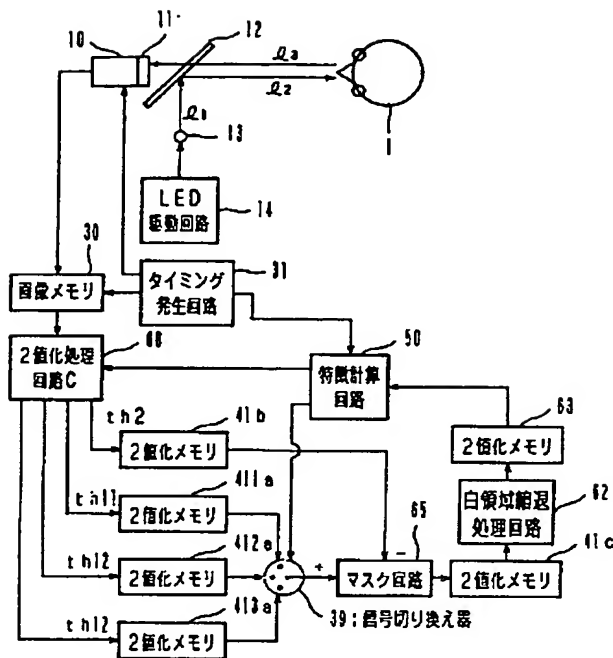
【図48】



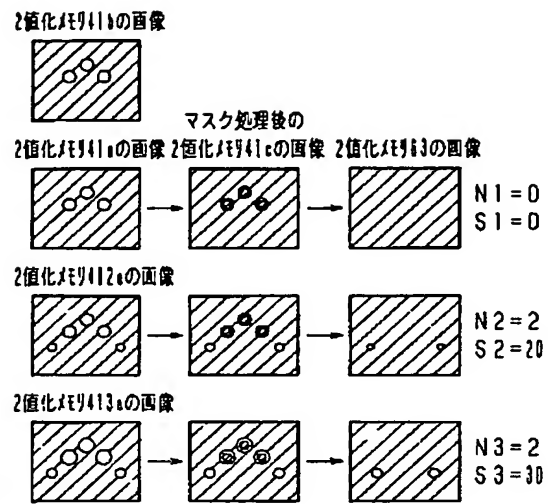
【図49】



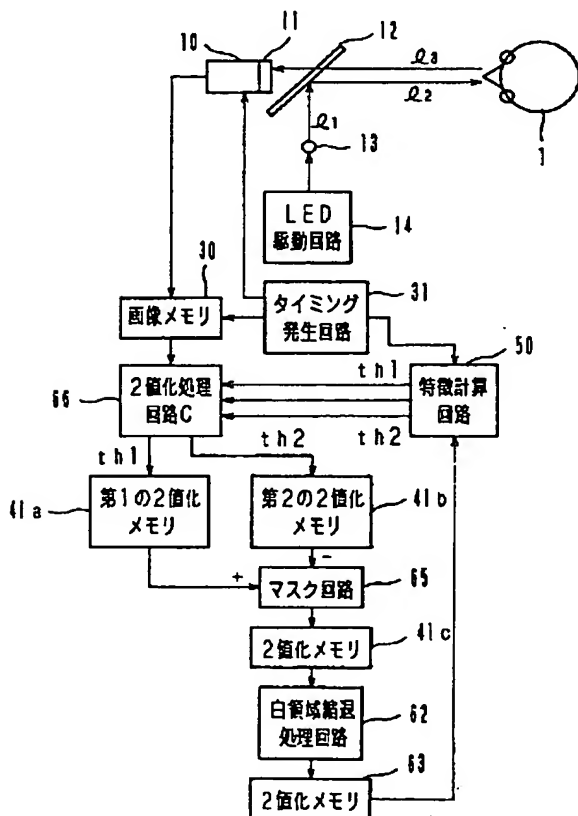
【図52】



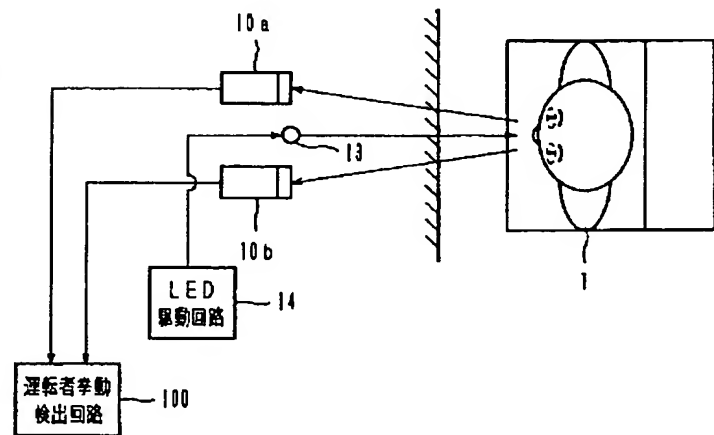
【図54】



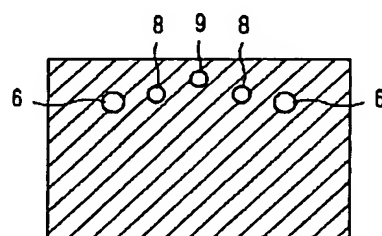
【図55】



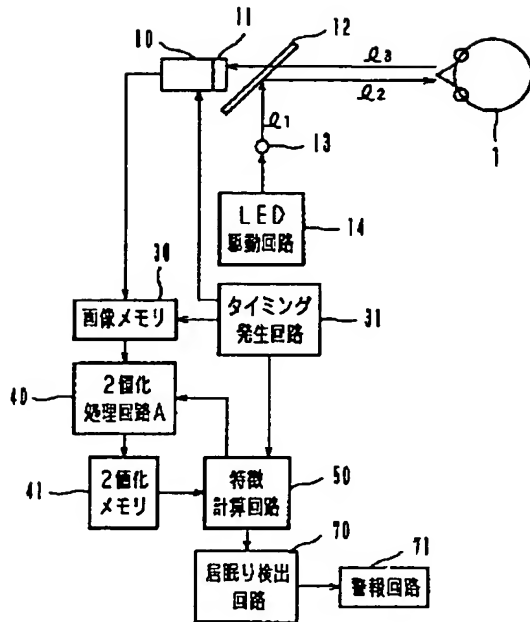
【図56】



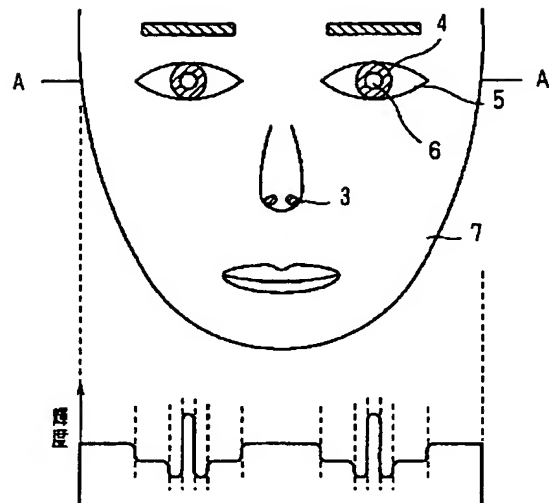
【図62】



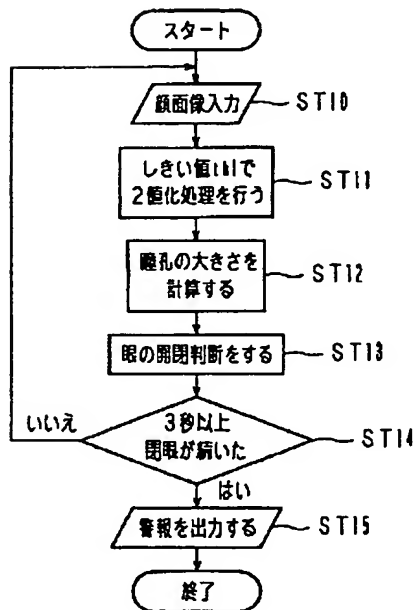
【図57】



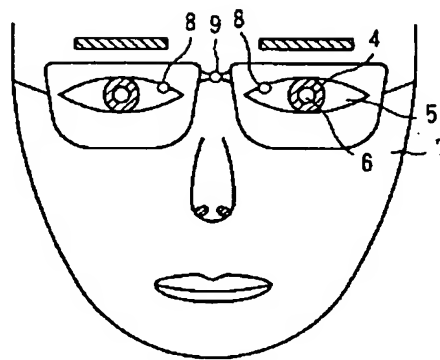
【図58】



【図59】



【図61】



フロントページの続き

(72)発明者 佐竹 敏英
 尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三菱電機
 株式会社産業システム研究所内

(72)発明者 大川 太
 尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三菱電機
 株式会社生産技術センター内